

## СУЧАСНІ ПРОГРАМИ ОБРОБКИ ДАНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРІВ

## MODERN PROGRAMS FOR PROCESSING DATA OF GEODESIC DIMENSIONS



*Довгополюк Людмила Олексіївна, Національний транспортний університет, кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, [katze@ukr.net](mailto:katze@ukr.net), +38097225-18-07,*



*Ігнатів Сергій Леонідович, кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, Національний транспортний університет, кафедра проектування доріг, геодезії та землеустрою, доцент, [ignatovsl@ukr.net](mailto:ignatovsl@ukr.net), +3809685149826,*

*<https://orcid.org/0000-0002-6403-0722>*



*Неізнана Наталія Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, Національний транспортний університет, кафедра проектування доріг, геодезії та землеустрою, доцент, [supernesh@ukr.net](mailto:supernesh@ukr.net), +380957970158,*

*<https://orcid.org/0000-0003-2406-3906>*

**Анотація.** Досліджено сучасне програмне забезпечення, що використовуються для обробки польових геодезичних вишукувань. З кожним роком перед геодезичним виробництвом постають нові завдання, які потребують швидкого і правильного розв'язання. Сучасний рівень автоматизації геодезичних робіт характеризується широким розповсюдженням електронних тахеометрів і супутникових приймачів, цифрових аерознімальних комплексів, польових портативних комп'ютерів, а також багатофункціональних пакетів програмного забезпечення. Це вимагає застосування нових технологій та автоматизованої системи обробки інформації, що включає наявність програмного комплексу з обробки матеріалів польових вимірювань, засобів автоматизованого введення даних і графічної інформації, програми для обробки графіки й автоматизованого креслення, пристроїв виведення графічної і текстової інформації. Програмне забезпечення для опрацювання отриманих даних геодезичних вимірів має бути таким, щоб виконувались максимально складні завдання, і водночас простим у користуванні. Розвиток програмних засобів для опрацювання геодезичних вимірів допоможе скоротити час на камеральне опрацювання даних.

В статті оцінено програмне забезпечення з погляду можливості їх практичної реалізації в галузі геодезії, а також з урахування доступності, зрозумілості та наявності додаткових функцій. Проведено аналіз функціональних можливостей найбільш поширених в Україні сучасних програмних комплексів опрацювання результатів наземного знімання таких як: CADDy, FieldWorks, Топоград, Торосад, і CREDO, призначених для обробки результатів геодезичних вимірювань та проектування будівництва, реконструкції, ремонту автомобільних доріг і транспортних розв'язок, включаючи дороги загального користування, міські вулиці та дороги всіх технічних категорій. На основі проведеного аналізу функціональних можливостей сучасних програмних комплексів призначених для обробки результатів

геодезичних вимірювань та проектування, реконструкції та капітального ремонту автомобільних доріг були сформовані відповідні висновки.

**Ключові слова:** геодезичні дослідження, обробка геодезичних даних, пошук помилок комп'ютерні програми, програмне забезпечення.

**Вступ.** Поява електронних геодезичних приладів призвела до можливості суттєвої зміни методик польових робіт під час виконання топографічних зйомок різного призначення. Сьогодні електронні тахеометри та супутникові геодезичні системи забезпечують необхідну точність вимірів для більшості видів робіт. Невід'ємною частиною сучасних приладів є наявність пристроїв для реєстрації вимірювань. Це дозволяє повністю відмовитись від запису результатів вимірювань у польові журнали. Зрозуміло, що автоматична реєстрація даних у полі стає практично безглуздою, якщо дані обробляються без використання програмного забезпечення. У зв'язку з цим більшість компаній, що постачають геодезичну техніку, пропонують не постачання окремих приладів, а впровадження закінчених технологій. Зауважимо, що виробники приладів теж переходять до постачання технологій. Наприклад, фірма Spectra Precision у рамках концепції IST (Integrated Surveying - Інтегровані Зйомки) розпочала поширення пакету програм GeoTool, повний набір модулів якого дозволить виконувати роботи від імпорту даних до проектування споруд та виносу проектів у природу. Але саме тут і криється ще одна проблема - адже придбавши технологію, компанія виявляється прив'язана до неї, і змушена використовувати прилади однієї і тієї ж фірми, а також звертатися до неї за оновленнями, тому що дуже часто перехід на технологію іншої фірми може обійтися набагато дорожче, ніж продовження використання вже купленої та освоєної. Тому в статті пропонується аналіз деяких програмних продуктів обробки результатів геодезичних вимірів.

**Мета і методи.** Аналіз наявних комп'ютерних геодезичних систем і програм, які використовуються при проведенні геодезичних робіт, встановив, що на сьогодні на ринку геодезичних технологій є невелика (порівняно з ринком ГІС-додатків) кількість програмних продуктів. Реально поширюються і підтримуються, мабуть, тільки продукти CADdy фірми Ziegler, Кредо-Діалог, Топоград, Торосад фірми SMT Datatechnik та FieldWorks корпорації Intergraph. Швидше за все, цей список неповний, проте інформація саме про ці продукти у тій чи іншій формі поширюється серед потенційних користувачів.

Програмне забезпечення є важливим елементом сучасної технології вимірювальних робіт. Ще кілька десятиліть тому геодезичні дослідження проводилися звичайними методами, а зараз важко уявити геодезичні роботи, які проводяться без використання спеціальних геодезичних програм. Наразі розроблені різноманітні пакети програм, які дозволяють не лише полегшити та прискорити проведення геодезичних досліджень, а й значно збільшити їхню якість та точність. Дані вимірювання легко можуть бути імпортовані в програму. Аналіз та обробка отриманих результатів вимірювань може бути проведена як окремо щодо кожного вимірювання, так і в комплексі.

Геодезичні програми дозволяють значно збільшити точність проведених досліджень та обробки отриманих під час вимірювання результатів. Крім того, геодезичні програми значно скорочують час обробки даних. Використання таких програм дозволяє досягти оптимальних результатів під час проведення геодезичних робіт. Широкий діапазон можливостей, які мають різні програми, дозволяє вибрати для кожного виду роботи оптимальний варіант програмного забезпечення, що використовується.

Версія TerraCADdy Classic 2013 року знову встановлює нові стандарти щодо швидкості, зручності, глибини предмета і підключення.

Досвід майже 30 років і безперервно подальші розробки зробили CADdy V найзрілішою системою САД для обробки геодезичних даних, зйомки та планування. Модуль V1 дозволяє все функції, що містять розрахунки геодезії.

Огляд функціональних можливостей:

Прямий вибір всіх функцій за допомогою контекстно-залежних меню і гарячих клавіш для нескладної роботи; Складний контроль параметрів - можна змінювати за необхідності; Пряме завантаження загальних форматів ALKIS/EDBS німецьких геодезичних органів із підключенням ALB; Автоматичне читання та проектування планів запасу з координатних файлів та інших проектів; Підключення загальних WMS-серверів, таких як кадастр, ортофотоплани і т. д., можливо, з урахуванням витрат геодезичних органів; Імпорт та експорт поширених форматів даних САПР та ГІС; Автоматичне продовження бази даних координат; Зручні функції для оцифрування, побудови, визначення розмірів та анотування штрихування насипів, клотоїдів та сплайнів; Зчитування даних

цифрової моделі місцевості з визначенням висоти для оцифрованих точок; Імпорт хмар точок для подальшої обробки у цифровій моделі місцевості (розрахунок обсягу, аналіз місцевості тощо); Зручні перетворення координат.

У комплексі КРЕДО можна виділити блок систем обробки матеріалів інженерно-геодезичних вишукувань. До нього входять програми для геодезистів, які вирішують завдання від початкової обробки даних, до кінцевої мети – отримання цифрової моделі місцевості інженерного призначення та подальшого проектування генерального плану.

Системи геодезичної лінійки КРЕДО дозволяють обробляти дані, отримані за допомогою: електронних тахеометрів, супутникових станцій, цифрових нівелірів, лазерні сканери.

Камеральна обробка геодезичних вимірювань та результатів постобробки супутникових вимірювань різних класів точності виконуються у КРЕДО ДАТ. У програму імпортується дані з будь-яких електронних тахеометрів, які є на ринку геодезичного обладнання. Передбачено обробку даних тахеометричної зйомки з формуванням точкових, лінійних та майданних топографічних об'єктів та їх атрибутів під час використання польового кодування. Доступно створення власної (користувацької) системи польового кодування, що дозволяє фахівцеві оптимізувати робочий процес. Програма дозволяє виконати спільне або роздільне вирівнювання векторів супутникових вимірювань та традиційних вимірювань у лінійно-кутових та висотних геодезичних мережах різних форм, класів та методів створення. На певному етапі роботи у програмі можна виконати пошук помилок вимірювань, а також, якщо необхідно, вирішити низку інших інженерно-геодезичних задач. Результатом роботи у програмі є звітні відомості та креслення, а також електронні файли найпоширеніших форматів.



Рисунок 1 – Початок роботи в програмі КРЕДО ДАТ  
Figure 1 – Start working in the program CREDO DAT

Програма КРЕДО ДАТ буде незамінним помічником для обробки матеріалів, отриманих під час будівництва, виконання кадастрових робіт, а також при вирішенні інших завдань.

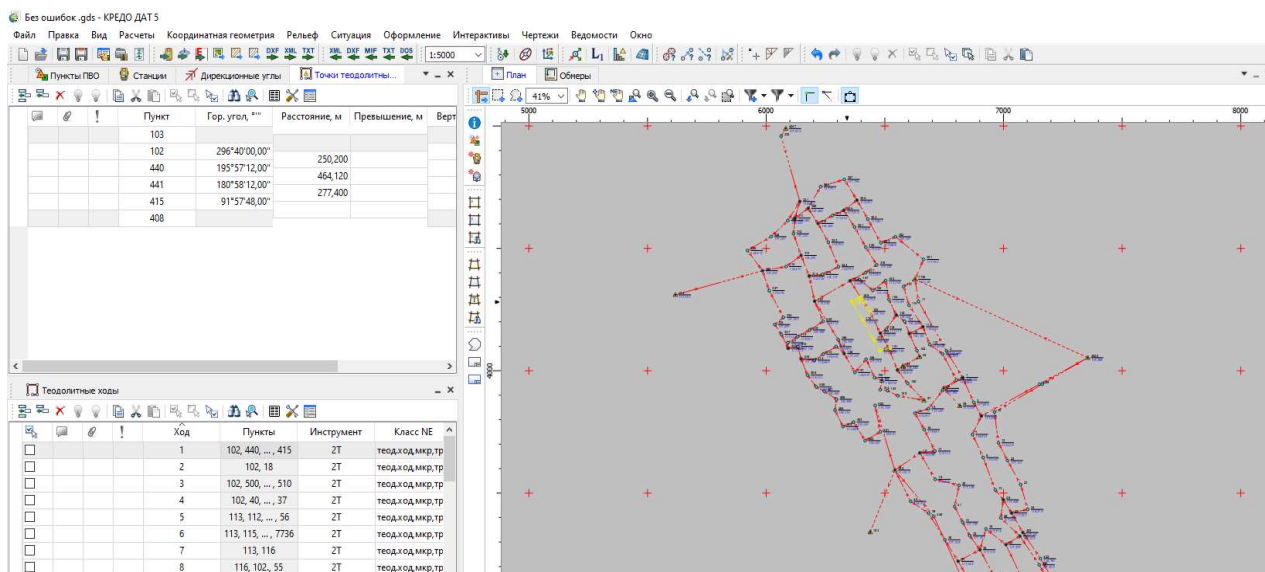


Рисунок 2 – Загальний вигляд програми КРЕДО ДАТ  
Figure 2 – General view of the program CREDO DAT

Обробка сирих супутникових геодезичних вимірювань доступна у програмі КРЕДО ДПСЗ. Дані можна завантажувати у форматах супутникових геодезичних приймачів та у форматі RINEX. Можна обробляти базові лінії з використанням даних спостережень систем супутникового позиціонування ГЛОНАСС, GPS, Бейдоу, Галілео, в режимах статички, кінематики та Stop&Go. Є можливість виконати розрахунок по супутниках ГЛОНАСС без інших систем позиціонування, розрахувати параметри проєкції для невідомої системи координат за наявності вимірювань ГНСС на точках з відомими координатами, вирівняти супутникову геодезичну мережу, а також вирішити безліч інших завдань. У програмі зручно працювати з графічними даними, растровими та WEB-зображеннями, реалізовано можливість створення поверхні, яку можна використовувати для оцінки якості виконаних робіт, а також для створення невеликих топографічних планів. Підсумком робіт можуть бути відомості та каталоги відповідного виду, а також електронні файли найбільш затребуваних форматів.

Вимірювання, отримані за результатами геометричного нівелювання I-IV класів, технічного та високоточного інженерного нівелювання, що виконується оптичними та цифровими нівелірами, обробляються у програмі НІВЕЛІР. Перевага програми полягає в тому, що вона може приймати дані в електронному форматі цифрових нівелірів, а також у всіх популярних форматах текстових файлів. У програмі можна швидко сформувати отримані дані по ходах і секціях, виконати попередню обробку, пошук помилок, врахувати необхідні поправки, а також виконати зрівнювання. На кожному етапі роботи інженер отримує звіт, яким можна контролювати кожен з процесів. Формування та настроювання вихідних документів виконується відповідно до національних стандартів або стандартів підприємства. Дані можуть бути сформовані в електронному вигляді для подальшої роботи в інших програмних продуктах КРЕДО.

Дані, отримані із систем мобільного лазерного сканування, повітряних лазерних сканерів у вигляді хмар точок, можна завантажити в програму КРЕДО 3D СКАН. У програмі можна вибрати формат відображення хмари точок – у тривимірному вигляді (3D) та на площині у форматі 2D. Паралельно можна завантажити та спільно використовувати з хмарою точок фотозображення з геопросторовою прив'язкою у форматі KML, що полегшить розпізнавання складних об'єктів ситуації та дозволить створювати за ними точкові та лінійні топографічні об'єкти у тривимірному вигляді або на площині. Доступна фільтрація «шуму» у хмарі точок за заданими параметрами, а також адаптивне проріджування хмари точок та побудова цифрової моделі рельєфу. Можна виділити рельєф та області із заданими параметрами ухилу. На фінальному етапі роботи у програмі можна створювати та редагувати топографічні об'єкти для підготовки топографічних планів при виконанні невеликих проєктів. Експорт даних реалізований у зручних форматах для подальшого створення ЦММ інженерного призначення.

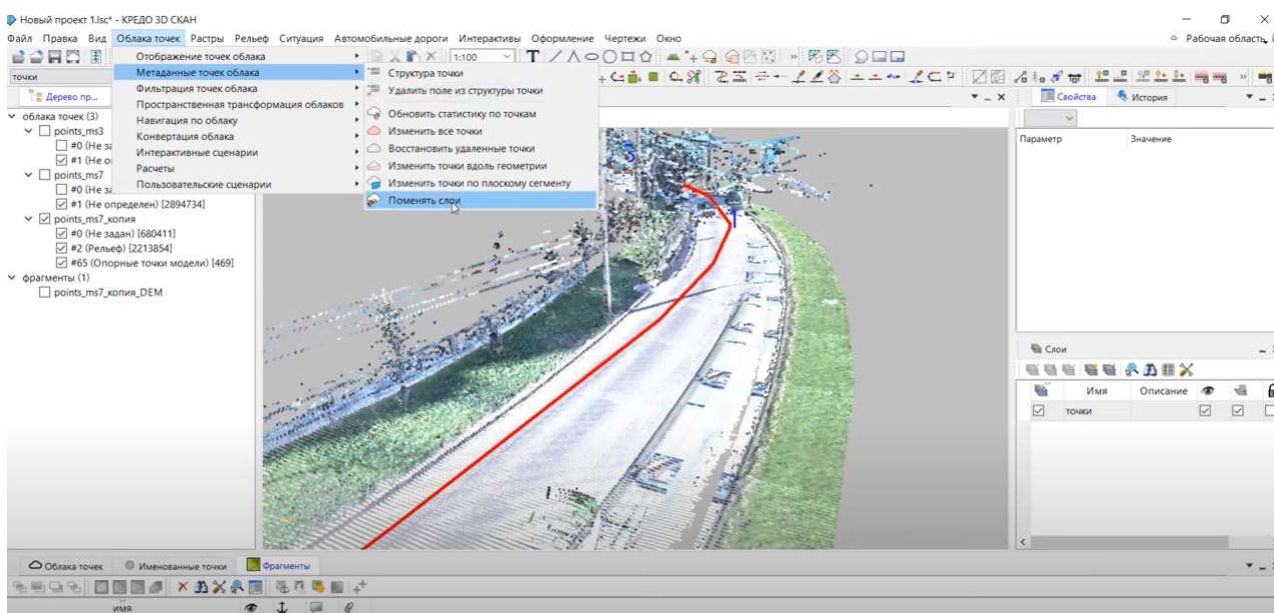


Рисунок 3 – Загальний вигляд програми КРЕДО 3D СКАН  
Figure 3 – General view of the CREDO 3D SCAN program

Якщо необхідно швидко виконати перерахунок з однієї системи координат в іншу, навести координати пунктів в єдину систему, встановити параметри зв'язку СК, визначити ключі місцевої системи координат, відновити (встановити) будівельну систему координат об'єкта в тому випадку, коли будівельні репери (або пункти закріплення будівельної мережі) були втрачені, – вирішити ці та інші завдання можна у програмі ТРАНСКОР. Система дозволяє підготувати та випустити всі необхідні відомості, а також сформувати електронні файли з даними.

У програмах КРЕДО ДАТ та КРЕДО ДПС є свої розрахункові модулі з перетворення координат. У КРЕДО ДАТ можна здійснити перетворення пунктів з однієї системи на іншу за такими методами: зміщення по координатних осях і за висотою; афінне перетворення; перетворення за Гельмертом; прямокутні координати геодезичні. У програмі КРЕДО ДПС при роботі у місцевій системі координат, параметри якої невідомі, є можливість розрахувати параметри проекції цієї системи координат.

### Висновки та рекомендації

Підсумовуючи короткий підсумок усьому вищесказаному, можна дійти до висновку, що автоматизація геодезичних обчислень необхідна у різних галузях, в тому числі і в геодезії. Причини цьому є тотальна інформатизація, яка відбувається, практично в усіх сферах функціонування суспільства, а також підвищує доступність комп'ютерних технологій і зниження вартості їх виробництва. У геодезії автоматизація необхідна в першу чергу, тому що дозволяє вирішувати практичні завдання найрізноманітнішого характеру з більшою ефективністю та продуктивністю, а також збільшує швидкість виконання та собівартість робіт з камеральної обробки результатів зйомок.

### Перелік посилань

1. Балакірський В.Б., Захаров С.В., Литвиненко Ю.О., Куришко Р.В. Використання геодезичного обладнання та ГІС-технологій для формування геопросторових даних. Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія». 2014. Вип. 11. № 1140. С. 9-13.

2. Белятинський А.О., Утеченко Т.О., Резнік О.М. Комплекс Credo – сучасні технології для розробки проектів транспортних споруд і автошляхів. URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/5089>

3. Дорожко Є.В. Побудова цифрової моделі ситуації за результатами геодезичних вимірювань. Комунальне господарство міст : науково-технічний збірник. Серія «Технічні науки та архітектура». 2017. Вип. 139. С. 60–62.

4. Назаров А.С., Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Автоматизированная обработка материалов топографо-геодезических и земельно-кадастровых работ (на примере комплекса CREDO) : учебное пособие для вузов. Москва : СП «Кредо-диалог», 2009. 272 с.

5. НПО «КРЕДО-Диалог». Програмный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог: Руководство пользователя. – Т. 5. Описание системы CAD\_CREDO Проектирование автомобильных дорог. – Минск, 2000. – 130 с.

6. НПО «КРЕДО-Диалог». Програмный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог: Руководство пользователя. – Т. 4. Описание системы CREDO\_PRO Геометрическое проектирование. – Минск, 2004. – 105 с.

7. НПО «КРЕДО-Диалог». Програмный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог: Руководство пользователя. – Т. 7. Описание системы CREDO\_MIX Цифровая модель проекта. – Минск, 2004. – 146 с.

8. НПО «КРЕДО-Диалог». Програмный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог: Руководство пользователя. – Т. 1. Описание системы CREDO\_DAT Инженерно-геодезические и землеустроительные работы. – Минск, 2004. – 130 с.

9. Посібник користувача ДАТ 5.3 «Обробка польових інженерно-геодезичних даних» [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.credo-dialogue.com/getattachment/ce89a4a8-abce-4139-b059-2e9a3080f3ff/Kontseptsiaj-seti.aspx>.

10. Пуркин В.И. Основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (на базе программного комплекса Credo) : учебное пособие для вузов. Москва : СП «Кредо-диалог», 2007. 216 с.

#### MODERN PROGRAMS FOR PROCESSING DATA OF GEODESIC DIMENSIONS

**Dovhopoliuk Liudmyla O.**, National Transport University, dooyent of the Department of Road Design, Geodesy and Land Management, PhD in technical science, Associate Professor, e-mail: [\\_katze\\_@ukr.net](mailto:_katze_@ukr.net), tel. + 38097225-18-07, [orcid.org/0000-0002-3401-8466](https://orcid.org/0000-0002-3401-8466).

**Ignatov Serhiy L.**, National Transport University, Department of Road Designing, Geodesy and Land Management, PhD in technical science, Associate Professor, [ignatovsl@ukr.net](mailto:ignatovsl@ukr.net), +3809685149826, [orcid.org/0000-0002-6403-0722](https://orcid.org/0000-0002-6403-0722)

**Neizvestna Natalia V.**, National Transport University, Department of Road Designing, Geodesy and Land Management, PhD in technical science, Associate Professor, [supernesh@ukr.net](mailto:supernesh@ukr.net), +380957970158, [orcid.org/0000-0003-2406-3906](https://orcid.org/0000-0003-2406-3906)

**Abstract.** Modern software used for processing field geodetic surveys was studied. Every year, geodetic production faces new tasks that require a quick and correct solution. The modern level of automation of geodetic work is characterized by the widespread distribution of electronic total stations and satellite receivers, digital aerial photography complexes, field portable computers, as well as multifunctional software packages. This requires the use of new technologies and an automated information processing system, which includes the availability of a software complex for processing field measurement materials, means of automated data entry and graphical information, programs for processing graphics and automated drawing, devices for outputting graphic and textual information. The software for processing the received data of geodetic measurements should be such that the most complex tasks are performed, and at the same time it is easy to use. The development of software tools for processing geodetic measurements will help to reduce the time for camera data processing.

The article evaluates the software in terms of the possibility of their practical implementation in the field of geodesy, as well as in terms of accessibility, comprehensibility and the presence of additional functions. An analysis of the functionality of the most widespread in Ukraine modern software complexes for processing the results of ground surveying, such as: CADDy, FieldWorks, Topograd, Topocad, and CREDO, designed for processing the results of geodetic measurements and designing the construction, reconstruction, repair of highways and transport interchanges, was carried out. including public roads, city streets and roads of all technical categories. Based on the analysis of the functionality of modern software complexes designed to process the results of geodetic measurements and the design, reconstruction and capital repair of highways, appropriate conclusions were formed.

**Keywords:** geodetic research, geodetic data processing, error detection, computer programs, software.

#### References

1. Balakirskyi V.B., Zakharov S.V., Lytvynenko Yu.O., Kuryshko R.V. Vykorystannia heodezychnoho obladdannia ta HIS-tekhnologii dlia formuvannia heoprosorovykh danykh. Visnyk KhNU imeni V.N. Karazina. Seria «Ekolohiia». 2014. Vyp. 11. № 1140. S. 9-13.
2. Bieliatynskyi A.O., Utechenko T.O., Rieznik O.M. Kompleks Credo – suchasni tekhnologii dlia rozrobky proektiv transportnykh sporud i avtoshliakhiv. URL: <https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/5089>
3. Dorozhko Ye.V. Pobudova tsyfrovoi modeli sytuatsii za rezultatamy heodezychnykh vymiriuvan. Komunalne hospodarstvo mist : naukovu-tekhnichnyi zbirnyk. Seria «Tekhnichni nauky ta arkhitektura». 2017. Vyp. 139. S. 60–62.
4. Nazarov A.S., Neumyvakin Yu.K., Perskyi M.Y. Avtomatyzyrovannaia obrabotka materyalov topografo-heodezycheskykh y zemelno-kadastrovnykh rabot (na prymere kompleksa CREDO) : uchebnoe posobyе dlia vuzov. Moskva : SP «Kredo-dyaloh», 2009. 272 s.
5. NPO «KREDO-Dyaloh». Prohramnyi kompleks obrabotky ynzhenernykh yzyskanyi, tsyfrovoho modelyrovanyia mestnosti, proektyrovanyia henplanov y avtomobylnykh doroh: Rukovodstvo polzovatel'ia. – T. 5. Opysanye systemy CAD\_CREDO Proektyrovanye avtomobylnykh doroh. – Mynsk, 2000. – 130 s.

6. NPO «KREDO-DyaloH». Програмний комплекс обробки інженерних узьсканій, цифрового моделювання місцевості, проектування генпланів у автомобільних дорогах: Руківодство ползователя. – Т. 4. Описанье системы CREDO\_PRO Неометрическое проектирование. – Минск, 2004. – 105 с.
7. NPO «KREDO-DyaloH». Програмний комплекс обробки інженерних узьсканій, цифрового моделювання місцевості, проектування генпланів у автомобільних дорогах: Руківодство ползователя. – Т. 7. Описанье системы CREDO\_MIX Тсифроваиа модел проекта. – Минск, 2004. – 146 с.
8. NPO «KREDO—DyaloH». Програмний комплекс обробки інженерних узьсканій, цифрового моделювання місцевості, проектування генпланів у автомобільних дорогах: Руківодство ползователя. – Т. 1. Описанье системы CREDO\_DAT Инженерно-геодезические у землеустроительные работы. – Минск, 2004. – 130 с.
9. Posibnyk korystuvacha DAT 5.3 «Обробка polovykh inzhenerno-geodezichnykh danykh» [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu : <http://www.credo-dialogue.com/getattachment/ce89a4a8-abce-4139-b059-2e9a3080f3ff/Kontseptsiaj-seti.aspx>.
10. Purkyn V.Y. Osnovy avtomatyzirovannoho proektyrovaniya avtomobilnykh doroh (na baze prohrammnoho kompleksa Credo): uchebnoe posobyе dlia vuzov. Moskva : SP «Kredo-dyaloH», 2007. 216 s.