УДК 528.04А. ГОРБ¹, І. ТРЕВОГО²¹ CHC Navigation, Шанхай, Китай, +38(050)693-28-27, ел. пошта: andrei_gorb@chcnv.com² Кафедра геодезії, Національний університет "Львівська політехніка", вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна, +38(032)258-27-60, ел. пошта: itrevoho@gmail.com**ІНОВАЦІЙНІ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ГЕОДЕЗІЇ ТА ГЕОІНФОРМАТИЦІ
НА ПЕРШОМУ ONLINE INTERGEO 2020**

Проаналізовано основні новинки виставки INTERGEO 2020 в Берліні в галузі геодезичного приладобудування, наведено характеристики нових систем та фахові коментарі.

Ключові слова: лазерне сканування; ГНСС; тахеометри, БПЛА, геодезія, BIM, виставка.

Вступ

INTERGEO – це найбільший у світі геодезичний конгрес із потужною виставкою та багатотематичною міжнародною науковою конференцією із актуальних проблем геодезії, геоінформатики, ГІС, супутникових технологій, інженерної геодезії, фотограмметрії, розроблення та застосування БПЛА, BIM тощо.

На фаховій виставці традиційно демонструються нові геодезичні й фотограмметричні прилади і системи, ГІС-системи, навігаційні технології, програмне забезпечення, моніторингові системи інженерної геодезії, BIM та ІТ-технології з карти Європи та світу.

INTERGEO проводять щороку в великих містах-мегаполісах Німеччини, де є потужні конгрес-центри (ICC-Messegelende). Геодезичний конгрес приймали відомі у світі міста: Берлін, Франкфурт-на-Майні, Мюнхен, Ганновер, Дюссельдорф, Штутгарт, Гамбург та інші. Головним організатором INTERGEO є Німецьке товариство геодезії, геоінформатики і землеустрою (DVW), а компанія Hinte Messe (DVW) забезпечує діяльність конгресу, в роботі якого беруть участь фахівці та вчені із багатьох країн світу.

На INTERGEO 2016 р. були 531 виставковий павільйон із 37 країн світу, 17 тисяч відвідувачів і 1300 учасників наукової конференції з понад 100 країн світу. У 2017 р. показники були ще кращими: майже 580 виставкових приміщень із 37 країн та більше ніж 1400 учасників наукової конференції, а загалом геодезичний конгрес INTERGEO 2017 у Берліні відвідали понад 18 тисяч осіб. Вже на INTERGEO 2018 у Франкфурті-на-Майні було 640 виставкових павільйонів із 40 країн світу і зроблено понад 100 наукових доповідей на міжнародній конференції для більш ніж 1400 слухачів. А кількість відвідувачів INTERGEO 2018 перевищувала 19000. Нарешті, на конференції INTERGEO 2019 в Штутгарті було вже 680 виставкових павільйонів і майже 20 тисяч відвідувачів із різних країн світу. Тобто інтерес до світового геодезичного конгресу INTERGEO помітно зростає.

Основні результати

Новий, вже 26-й геодезичний конгрес INTERGEO відбувся 13–15 жовтня 2020 р. в столиці Німеччини м. Берлін. Традиційно працювала потужна Міжнародна наукова конференція з геодезії, фотограмметрії, геоінформатики, управління земельними ресурсами, BIM, а також була розгорнута цікава фахова виставка нового геодезичного і фотограмметричного обладнання, БПЛА, мобільних систем для інженерної геодезії, цифрових та ІЕ-технологій, програмних продуктів тощо з країн Європи та світу. Але 2020 р. став роком несподіваних подій, на які ніхто не розраховував.

Якщо зайти на офіційний сайт конференції і прочитати відгуки про результати виставки від самих організаторів, то складеться враження, що конференція пройшла вдало і такий формат цілком прийнятний. За офіційними даними, INTERGEO.digital зафіксував понад 330 000 взаємодій у цифрових точках дотику. Детально це означає, що близько 12 000 учасників створили цифровий профіль на платформі. Піковий час перебування становив до 5,5 год на одного учасника. Доступність міжнародних учасників значно зросла. У першу десятку країн походження відвідувачів із загалом 153 країн увійшли Німеччина, США, Швейцарія, Великобританія, Австрія, Росія, Китай, Італія, Франція та Японія. Прямий хостинг INTERGEO EXPO LOUNGE досяг часу відтворення близько 300 000 хв. Серед гостей були міжнародні експерти та експоненти з усього світу. 228 експонентів представили понад 2900 розробок на INTERGEO.digital. Також, як зазначають організатори: "Численні прем'єри продуктів та рішень були представлені міжнародному співтовариству на ... цифрових стендах. Інтернет-учасники, експоненти та спікери продемонстрували широке сприйняття цифрового формату – нового для всіх". Але, якщо об'єктивно проаналізувати досвід попередніх конференцій, які відбувались фізично, то результати непорівнянні, особливо для лідерів індустрії геодезичного приладобудування.

Насамперед було дуже мало великих прем'єр, як, наприклад, роком раніше RTC360, BLK2GO (див. рис. 1) та оновлені тахеометри FlexLine від Leica Geosystems або сканер X7 від Trimble чи сканувальний тахеометр GTL-1000 від Topcon. Тоді відбулося істотне оновлення портфолію лідарів від Riegl. Згадаймо і появу першого ГНСС приймача з інерційною системою GS18T від тієї ж Leica Geosystems у 2017 р.

Основні новинки припали на оновлення характеристик наявних приладів, здебільшого в сегменті ГНСС і переважно китайських виробників. Це пов'язано із загальним трендом падіння продажів у лідерів ринку, які вирішили дочекатися кінця пандемії та затягли паски фінансування своїх R&D. Корективи вносять також фізичне дистанціювання і обмеження на презентації приладів наживо, а інноваційні геодезичні прилади вартістю 10–100 тис. доларів користувачі ще не готові купувати, як iPhone, не побачивши безпосередньо і реально.

Після спілкування з регіональними директорами та CEO великих виробників цього обладнання після виставки складається загальна думка, що живий захід ще складно підмінити цифровим. Але прем'єра INTERGEO Digital відбулася, і доволі успішно, як для цього формату, тож нижче розглянемо основні новинки цьогогорічної виставки, тим більше, що є справді цікаві рішення.

Напевно, найсенсаційнішою новинкою стала презентація компанії DJI, світового лідера щодо цивільних безпілотних літальних апаратів і технологій аерофотознімання, підвісів Zenmuse L1 (див. рис. 2) і Zenmuse P1 для своєї флагманської комерційної платформи дронів Matrice 300 RTK. Зазначимо, що DJI Zenmuse L1 – перше лідарне рішення DJI для аерофотознімання і великий прорив у демократизації лідарних технологій, оскільки він простий у використанні й доступний за ціною. Zenmuse L1 об'єднує потужний і надлегкий модуль лідара Livox із кутом огляду 70°, високоточний IMU і 20-мегапіксельну камеру з однодюймовою CMOS матрицею і механічним затвором на тривісному стабілізованому підвісі. Zenmuse L1 створює повнокольорові моделі хмар точок у режимі реального часу або дає змогу отримувати дані хмар точок на великій площі (до 2 км²) в польоті. Прилад сканує зі швидкістю 240 000 точок за секунду на дальності виявлення до 450 м. Модуль підтримує як режим лінійного сканування, так і режим неповторюваного сканування, унікальну технологію, розроблену Livox. Це забезпечує повне охоплення потрібної області за дуже короткий час і дає змогу пристрою збирати дані в будь-якому напрямку, а не вздовж певної площини.

Разом із DJI подібні рішення на основі сканера Livox продемонстрували і деякі інші виробники, такі як AA260 від CHCNAV та YellowScan Mapper. Однак ці

прилади не замінюють професійні рішення, що ґрунтуються на сканерах Riegl або Optech. Їх можна буде ефективно застосовувати для вирішення простих завдань, наприклад, знімання об'ємів насипів.

Також треба зазначити, що CHCNAV презентувало цілу лінійку лідарів сім'ї AlphaUni. Її початкова модель AlphaUni 200 (див. рис. 3) якраз у тому самому ціновому сегменті, що і DJI L1, але має кращі точнісні характеристики, а найголовніше – може встановлюватися не тільки на БПЛА, а й на машину і навіть рюкзак, що завдяки вбудованому SLAM алгоритму дасть змогу заходити всередину приміщень.

Всесвітньо активний австрійський виробник лазерних сканерів Riegl показав на віртуальному стенді та на онлайн-форумах, які нові розробки в галузі геодезичних технологій LiDAR можуть використовуватись для подальшого просування цифрового оброблення. Riegl неодноразово виконував роль новатора, особливо у галузі лазерного сканування на основі БПЛА. У 2020 р. був продемонстрований VUX-120 (див. рис. 4), новий сканер, який встановлює і нові стандарти. Прилад важить тільки 2 кг (4,4 фунта), його розміри лише 225×120×125 мм. Він має частоту до 1,8 МГц (частота повторення імпульсів) і забезпечує до 400 ліній сканування та ефективних 1,5 млн вимірювань за секунду на землі. Завдяки особливій багатоцільовій здатності – до 15 цілей за імпульс – VUX-120 проникає навіть у щільну рослинність.

Крім того, miniVUX-3 UAV (див. рис. 5) стане продовженням вже перевіреної серії miniVUX. Цей компактний та легкий LiDAR тепер матиме програму вимірювання 300 кГц на додаток до вже наявних 100 кГц та 200 кГц. Це дає змогу виконувати до 300 000 вимірювань за секунду в полі зору 120° і, отже, отримати щільнішу хмару точок, що дає можливість за допомогою безпілотників виявляти навіть найдрібніші об'єкти.

Продовжуючи тему авіаційного сканування, Leica Geosystems представила Leica TerrainMapper-2, останнє рішення на гібридній дорожній карті компанії, яке інтегрує LiDAR і технологію знімання зображень в єдину бортову систему збирання даних і дає користувачам змогу збирати більше даних за рейс. TerrainMapper-2 (див. рис. 6) – високоефективна система LiDAR у лінійному режимі із двома інтегрованими надирними камерами Leica MFC150 (RGB та NIR). Ці прилади забезпечують унікальну механічну компенсацію руху вперед (FMC) Leica, що дає можливість знімати зображення в умовах недостатнього освітлення. Даючи змогу користувачам літати довше протягом кожного дня, цей давач дозволяє робити високоякісні ортофотознімки під час польотних польотів LiDAR із меншим впливом на розклад рейсів.

Також компанія Leica Geosystems представила Leica GS18I (див. рис. 7), універсальний GNSS RTK

ровер із візуальним позиціонуванням за допомогою камери. GS18I дає змогу користувачам фіксувати цікаві точки на відстані та вимірювати точки на зображеннях у полі або в офісі. GS18I має всі функціональні можливості Leica GS18T: крім візуального позиціонування, користувачі можуть, наприклад, вимірювати точки із нахилоною або вирівняною вісюю.

Цього року компанія Trimble особливо знакових рішень не демонструвала, але з основних можна виділити появу наступного покоління GNSS приймача на основі флагмана R12, нового R12I (анонсований 1 вересня 2020 р.) та контролера TCU5 для тахеометрів Trimble серії S.

Trimble R12I оснащений системою компенсації нахилу Trimble TIP, яка дає змогу виконувати вимірювання точніше, ефективніше і безпечніше. В основі Trimble TIP™ – інерційна система, яка не потребує калібрування та стійка до електромагнітного поля. Сукупність унікального RTK процесора Trimble ProPoint і технології компенсації Trimble TIP™ забезпечує найкращу в галузі точність вимірювань з нахилом. Новий Trimble R12I (див. рис. 8) перейняв від Trimble R12 та R10-2 ергономічний корпус, можливості, переваги і технології, такі як Trimble CenterPoint® RTX, xFill®, технологію відстеження Trimble 360 з 672 каналами та унікальний обробник сигналів ГНСС Trimble ProPoint.

На конференції департамент Trimble Geospatial оголосив про випуск нової панелі управління Trimble TCU5 (див. рис. 9) для тахеометрів S серії. Вона буде використовуватися для встановлення як на сам тахеометр для знімання у режимі Autolock, так і на віху для роботизованого знімання. Нова панель працює під ОС Android і має сенсорний дисплей з високою роздільною здатністю розміром 5 дюймів. Для управління також можна використовувати шість фізичних клавіш: три стандартні Androidi, три додаткові (Power, Spider і Enter). Для керування зніманням призначена польова програма Trimble Access.

Компанія Topcon Positioning представила новий флагманський роботизований тахеометр серії GT. Тахеометри GT-1200 (див. рис. 10) та GT-600 доступні з різним рівнем точності й підходять для обстеження, будівництва та керування машинами. “Нові тахеометри працюють із вищою швидкістю вимірювань 10 Гц”, – повідомив Рей Кервін, директор з глобального планування продуктів. Роботизовані тахеометри оснащені удосконаленим відстеженням призми UltraTrac, що поєднує оптичне зондування та новий алгоритм управління ультразвуковим двигуном, розроблений для підтримки чудового захоплення призми.

Постійним рушієм найкращих криміналістичних технологій є баланс простоти використання, точності та портативності. Щоб задовольнити цю потребу, FARO оголосив, що випускає новий сканер у своїй лінійці Freestyle, Freestyle2 (див. рис. 11).

Самостійному рішенню притаманна підвищена портативність: екран виводиться на пристрій (і не потребує окремого планшета), без будь-яких дротів, які можуть заважати. Freestyle 2 сканує відстань від 0.4 м до 10 м або від невеликих дискретних об’єктів. Це означає, що він здатний розглядати цілі транспортні засоби (інтер’єр та екстер’єр), а також інші внутрішні сцени та простори. Він оснащений інфрачервоним лазером, який проєктує сітку точок 100×100 на ціль, інтерпретуючи за допомогою пари камер, вбудованих у горизонтальні пелюстки пристрою.

Як зазначено на початку статті, найбільше новинок серед GNSS обладнання, переважно від китайських виробників. Італійсько-китайський виробник Stonex (Unistrong) представив оновлену версію свого S980A–S980A, який тепер має можливість приймати прямі поправки із геостационарних супутників Atlas. Також показано не перший у сегменті планшет з двочастотним GNSS приймачем для ГІС завдань S70G GNSS RTK (див. рис. 12). З великих планів компанії варто відзначити появу в першому кварталі 2021 р. нового сканера X800 (була проведена онлайн-презентація) і оновлення польового та офісного ПЗ для підготовки до безпілотних систем і сканування.

CHC Navigation анонсувала i73 GNSS, універсальний ровер IMU-RTK GNSS (див. рис. 13) кишенькового розміру з інтегрованим інерційним модулем та iBase GNSS, надійний базовий приймач GNSS. Поєднання i73 GNSS і iBase GNSS пропонує продуктивне і доступне рішення для вимірювання і розмічання точок в топографії, картографії та для будівництва.

Рис. 1. Інноваційний BLK2GO на INTERGEO 2020

Рис. 2. Перший лідар від DJI Zenmuse L1

Рис. 6. Leica TerrainMapper-2

Рис. 3. Нові AlphaUni 200 та AA260 від CHCNAV

Рис. 7. Інноваційний Leica GS18I ровер з камерою та інерційною системою

Рис. 4. Новий Riegl VUX-120

Рис. 8. Новий Trimble R12I

Рис. 5. Новий Riegl miniVUX-3 UAV

Рис. 9. Панель управління Trimble TCU5 на тахеометрі

Рис. 10. Новий тахеометр Topcon GT-1200

Рис. 11. FARO Freestyle2

Рис. 12. Планшет з двочастотним GNSS приймачем Stonex S70G

Рис. 13. Нові CHCNav i73 IMU RTK ровер та iBase польова базова станція

До перегонів за IMU ГНСС приймачі також долучилися ComNav зі своїм приймачем N5 і eSurvey із E300 Pro.

Висновки

У статті перераховано не всі новинки фахової виставки INTERGEO 2020, а тільки найосновніші. Також зазначимо, що кілька великих компаній відмовилися від участі в цифровому форматі.

Онлайн-платформа була стабільною протягом усього заходу та працювала ефективно. Проте є деякі технічні деталі, які можна вдосконалити для майбутніх заходів. Тому важливо дізнатись у INTERGEO.digital, які цифрові елементи можна додати.

Наступна INTERGEO 2021 відбудеться в Ганновері 21–23.09.2021 р. Сподіваємося, що геодезисти із різних країн знову зможуть особисто зустрітись на світовому геодезичному конгресі INTERGEO 2021.

Література

- Digital, Interactive, International – A successful premiere for INTERGEO Digital. URL: <https://www.intergeo.digital>
- Hexagon INTERGEO 2020. URL: <https://hexagon.com/events/intergeo-2020>
- CHC Navigation official webpage. URL: <https://www.chcnv.com/index>
- Intergeo Digital 2020: A Geospatial Community First. URL: <https://www.gim-international.com/content/article/intergeo-digital-2020-a-geospatial-community-first>
- INTERGEO 2020 Digital, October 13–15, 2020: Riegl presents their new products. URL: <https://newsroom.riegl.international/2020/10/09/intergeo-2020-digital-october-13-15-2020-riegl-presents-their-new-products-2020/>
- New Topcon robotic total station system built for survey and construction workflows. URL: <https://www.gpsworld.com/topcon-releases-gt-series-robotic-total-stations/>
- Stonex on Intergeo 2020. URL: <https://www.stonex.it/intergeo-2020/>

- FARO Launches Freestyle 2 with one-hand usability. URL: <https://www.spar3d.com/news/hardware/faro-launches-freestyle-2-with-one-hand-usability/>.
- What can we expect from Trimble at INTERGEO Digital 2020? URL: <https://youtu.be/FP3UVcNc8oQ>
- Тревого І., Задорожний В., Хоптар А. (2020). Нові концептуальні розробки і технології на XXV ювілейному "INTERGEO-2019" в Штутгарті. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*: зб. наук. праць, Вип. І(39), С. 31–37.
- Горб А., Тревого І. (2021). Аналіз компонентів існуючих мобільних систем для вибору оптимального внутрішнього обладнання проектованої сучасної системи. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*: зб. наук. праць, Вип. ІІ(40), С. 17–21.
- Trevoho, I., Heger, W., Löffmann, Ch., Lisnyk O. (2018). Aerial data application for construction of large-scale plans. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*: зб. наук. праць, Вип. І (35), С. 158–163.
- Тревого І., Третяк К., Задорожний В., Четверіков Б. (2018). Розвиток інноваційних цифрових та ІТ-технологій на "INTERGEO-2017" в Берліні. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*: зб. наук. праць, Вип. І (35), С. 18–19.
- Тревого І., Третяк К., Глотов В., Задорожний В., Кілару В. (2017). Досягнення світової та української геодезії на INTERGEO-2016 *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*: зб. наук. праць, Вип. І (33), С. 22–28.
- Третяк К., Тревого І., Задорожний В., Кілару В. (2016). Досягнення та інновації в галузі геоматики на INTERGEO-2015. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*: зб. наук. праць, Вип. І (31), С. 12–15.
- Тревого І., Третяк К., Задорожний В., Кілару В. (2015). Візуалізація трансформації геодезичної галузі у світ цифрових та ІТ-технологій на "INTERGEO2014". *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*: зб. наук. праць, Вип. І (29), С. 20–22.
- Тревого І., Савчук С., Задорожний В. (2013). Новітні технології та професійні контакти на "INTERGEO-2012". *Вісник геодезії та картографії*, Київ: Вид-во Укргеодезкартографії, № 1, С. 46–49.
- Тревого І., Задорожний В., Ванчура О. (2012). Ефективні технології і техніка, ділові контакти на INTERGEO-2011. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*: зб. наук. праць, Вип. І (23), С. 15–18.
- Тревого І., Задорожний В. (2010). Новітні технології, техніка та контакти на "INTERGEO-2009". *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*: зб. наук. праць, Вип. І (19), С. 12–16.

A. GORB¹, I. TREVOHO²

¹ CHC Navigation, Shanghai, China, +38(050)693-28-27, email: andrei_gorb@chcnv.com

² Lviv Polytechnic National University, 12, S. Bandery Str., Lviv, 79013, Ukraine, +38(032)258-27-60, e-mail: itrevoho@gmail.com

INNOVATIVE DIGITAL TECHNOLOGIES IN GEODESY AND GEOINFORMATICS AT FIRST ONLINE INTERGEO 2020

The analysis of the main news of the INTERGEO 2020 exhibition in Berlin in the field of geodetic instrument engineering is carried out, the characteristics of new systems and professional comment are given

Key words: laser scanning; GNSS; total stations; UAV; geodesy; BIM; exhibition.

References

- Digital, Interactive, International A successful premiere for INTERGEO Digital. URL: <https://www.intergeo.digital>
- Hexagon INTERGEO 2020. URL: <https://hexagon.com/events/intergeo-2020>
- CHC Navigation official webpage. URL: <https://www.chcnv.com/index>
- Intergeo Digital 2020: A Geospatial Community First. URL: <https://www.gim-international.com/content/article/intergeo-digital-2020-a-geospatial-community-first>
- INTERGEO 2020 Digital, October 13-15, 2020: Riegl presents their new products. URL: <https://newsroom.riegl-international.com/2020/10/09/intergeo-2020-digital-october-13-15-2020-riegl-presents-their-new-products-2020/>
- New Topcon robotic total station system built for survey and construction workflows. URL: <https://www.gpsworld.com/topcon-releases-gt-series-robotic-total-stations/>
- Stonex on Intergeo 2020 URL: <https://www.stonex.it/intergeo-2020/>

- FARO Launches Freestyle 2 with one-hand usability. URL: <https://www.spar3d.com/news/hardware/faro-launches-freestyle-2-with-one-hand-usability/>
- What can we expect from Trimble at INTERGEO Digital 2020? URL: <https://youtu.be/FP3UVcNc8oQ>
- Trevoho, I., Heger, W., Loßmann, Ch., Lisnyk O. (2018). Aerial data application for construction of large-scale plans. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*: zb. nauk. pr., Vyp. I (35), S. 158–163.
- Trevoho I., Tretiak K., Zadorozhnyi V., Chetverikov B. (2018). Rozvytok innovatsiynykh tsyfrovyykh ta IT-tekhnologii na „INTERGEO-2017” v Berlini. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*: zb. nauk. pr., Vyp. I (35), S. 18–19.
- Trevoho I., Tretiak K., Hlotov V., Zadorozhnyi V., Kilaru V. (2017). Dosiahnennia svitovoi ta ukraïnskoi heodezii na INTERGEO-2016. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*: zb. nauk. pr., Vyp. I (33), S. 22–28.
- Tretiak K., Trevoho I., Zadorozhnyi V., Kilaru V. (2016). Dosiahnennia ta innovatsii v haluzi heomatyky na INTERGEO-2015. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*: zb. nauk. pr., Vyp. I (31), S. 12–15.
- Trevoho I., Tretiak K., Zadorozhnyi V., Kilaru V. (2015). Vizualizatsiia transformatsii heodezychnoi haluzi u svit tsyfrovyykh ta IT-tekhnologii na „INTERGEO 2014”. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*: zb. nauk. pr., Vyp. I (29), S. 20–22.
- Trevoho I., Savchuk S., Zadorozhnyi V. (2013). Novitni tekhnologii ta profesiini kontakty na „INTERGEO-2012”. *Visnyk heodezii ta kartohrafii*. Kyiv: Vydavnytstvo Ukrheodezkartohrafiia, 2013, No. 1, S. 46–49.
- Trevoho I., Zadorozhnyi V., Vanchura O. (2012). Efektyvni tekhnologii i tekhnika, dilovi kontakty na INTERGEO-2011. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*: zb. nauk. pr., Vyp. I (23), S. 15–18.
- Trevoho I., Zadorozhnyi V. (2010). Novitni tekhnologii, tekhnika ta kontakty na „INTERGEO-2009”. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*: zb. nauk. pr., Vyp. I (19), S. 12–16.

Veni, vidi, vici

Прийшов, побачив, переміг

- теоретичні і практичні положення військової топографії
- карти армій інших держав
- супутникові та автономні системи навігації наземних рухомих об'єктів, нових вітчизняних програмних продуктів
- застосування цифрових та електронних карт
- використання військових ГІС, інфраструктурних геопросторових даних

Для курсантів (слухачів) вищих військових навчальних закладів Міністерства оборони України та для самостійної підготовки офіцерів Збройних сил України.

За ред. П. П. Ткачука
та І. С. Тревого.
Підручник.

Видавництво Львівської
політехніки, 2011. 416 с.
ISBN 978-617-607-026-9