

СУЧАСНІ ДОСЯГНЕННЯ  
ГЕОДЕЗИЧНОЇ НАУКИ  
ТА ВИРОБНИЦТВА

MODERN ACHIEVEMENTS  
OF GEODESIC SCIENCE  
AND INDUSTRY

WESTERN GEODESIC SOCIETY OF UKRAINIAN SOCIETY  
OF GEODESY AND CARTOGRAPHY  
LVIV POLYTECHNIC NATIONAL UNIVERSITY

# MODERN ACHIEVEMENTS OF GEODESIC SCIENCE AND INDUSTRY

*Collection of scientific papers of Western Geodesic Society of USGC*

*Issued since 1996*

*Publication frequency: two issues per year*

**Issue II (40), 2020**

**Head editor – Dr. Sc. in engineering, professor I. S. Trevoho**

Lviv  
Lviv Polytechnic Publishing House  
2020

ЗАХІДНЕ ГЕОДЕЗИЧНЕ ТОВАРИСТВО  
УКРАЇНСЬКОГО ТОВАРИСТВА ГЕОДЕЗІЇ І КАРТОГРАФІЇ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

# СУЧАСНІ ДОСЯГНЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНОЇ НАУКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

*Збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК*

*Видається з 1996 р.*

*Періодичність видання – два випуски на рік*

**Випуск II (40), 2020**

**Головний редактор – доктор технічних наук, професор І. С. Тревого**

Львів  
Видавництво Львівської політехніки  
2020

УДК 528; 361; 681; 332; 631

У цьому випуску збірника опубліковано нові результати з розвитку теорії та методів дослідження фігури Землі та зовнішнього гравітаційного поля, а також дослідження у галузі використання GNSS- і GIS-технологій, інженерної геодезії, картографії, фотограмметрії та кадастру.

Для викладачів, наукових співробітників, аспірантів геодезичного профілю, працівників геодезичних та картографічних підприємств і відомств.

New results of the development of theory and methods for the study of Earth's shape and external gravitational field, as well as research concerning the use of GNSS- and GIS-technologies, in the field of engineering geodesy, cartography, photogrammetry and cadastre are published in this issue of the collection.

This collection is intended for lecturers, researchers, postgraduate students of geodesic field and employees of geodesic companies and agencies.

Друкується за рекомендацією Правління Західного геодезичного товариства УТГК (протокол № 32(400) від 26.05.2020 р.) та Вченої ради Інституту геодезії Національного університету "Львівська політехніка" (протокол № 12(211) від 02.06.2020 р.). Занесений МОН України до переліку фахових видань з технічних наук категорії «Б» (наказ № 886 від 02.07.2020 р., додаток 4, пункт 292, спеціальність 193 'Геодезія та землеустрій'), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук. Свідчення про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації – серія КВ № 8565 від 23.03.2004 р. З 2018 року журнал індексується у Index Copernicus.

Printed on the recommendation of the management board of the Western Geodesic Society of USGC (Minutes No. 32(400) as of 26.05.2020) and Academic Board of the Institute of Geodesy of Lviv Polytechnic National University (Minutes No. 12(211) as of 02.06.2020). Added by the Higher Attestation Commission of Ukraine to the list of professional publications in engineering sciences category "B" (Resolution No. 886 as of 02.07.2020), in which the results of thesis works for academic degrees of doctor and candidate of engineering sciences can be published. Print media State Registration Certificate – KV No. 8565 as of March 23, 2004. Indexed by Index Copernicus from 2018.

#### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

**ТРЕВОГО І. С.**, д-р техн. наук, професор (**головний редактор**), Президент ГС "Українське товариство геодезії і картографії";

**ТРЕТЯК К. Р.**, д-р техн. наук, професор;

**ЗАБЛОЦЬКИЙ Ф. Д.**, д-р техн. наук, професор (**заступник головного редактора, розділ "Геодезія, геодинаміка"**);

**ЦЕРКЛЕВИЧ А. Л.**, д-р техн. наук, професор (**заступник головного редактора, розділ "Інженерна геодезія"**);

**ГЛОТОВ В. М.**, д-р техн. наук, професор (**заступник головного редактора, розділ "Фотограмметрія, ГІС та картографія"**);

**ПЕРОВИЧ Л. М.**, д-р техн. наук, професор (**заступник головного редактора, розділ "Кадастр"**);

**МАЛАНЧУК М. С.**, канд. техн. наук (**відповідальний секретар**);

**ЧЕТВЕРІКОВ Б. В.**, канд. техн. наук (**технічний секретар**);

**МАКСИМЧУК В. Ю.**, д-р фіз.-мат. наук, професор;

**ДОРОЖИНСЬКИЙ О. Л.**, д-р техн. наук, професор;

**КАБЛАК Н. І.**, д-р техн. наук, професор;

**БУРШТИНСЬКА Х. В.**, д-р техн. наук, професор;

**САВЧУК С. Г.**, д-р техн. наук, професор;

**СОССА Р. І.**, д-р географ. наук, професор;

**РЄЗНІК БОРИС**, д-р габіл., професор (*Німеччина*);

**КРЕССЕ ВОЛЬФАНГ**, д-р габіл., професор (*Німеччина*);

**ЦЕЛМС АРМАНДС**, д-р габіл., професор (*Латвія*);

**ВАЛЬО ЯНУШ**, д-р габіл., професор (*Польща*);

**РАДЕЙ КАРЕЛ** д-р (*Чехія*).

#### EDITORIAL BOARD

**TREVOHO I. S.**, dr., professor (**head editor**), President of the PU "Ukrainian Society of Geodesy and Cartography";

**TRETYAK K. R.**, dr., professor;

**ZABLOTSKYI F. D.**, dr., professor, (**deputy head editors, section "Geodesy, geodynamics"**);

**TSERKLEVYCH A. L.**, dr., professor, (**deputy head editors, section "Engineering geodesy"**);

**HLOTOV V. M.**, dr., professor, (**deputy head editors, section "Photogrammetry, GIS and Cartography"**);

**PEROVYCH L. M.**, dr., professor, (**deputy head editors, section "Cadastre"**);

**MALANCHUK M. S.**, Ph. D. (**executive secretary**);

**CHETVERIKOV B. V.**, Ph. D. (**technical secretary**);

**MAKSYMCHUK V. Yu.**, dr., professor;

**DOROZHNSKYI O. L.**, dr., professor;

**KABLAK N. I.** dr., professor;

**BURSHTYNSKA Kh. V.**, dr., professor;

**SAVCHUK S. H.**, dr., professor;

**SOSSA R. I.**, dr., professor;

**RESNIK BORIS**, dr., professor (*Germany*);

**KRESSE WOLFGANG**, dr., professor (*Germany*);

**CELMS ARMANDS**, dr., professor (*Latvia*);

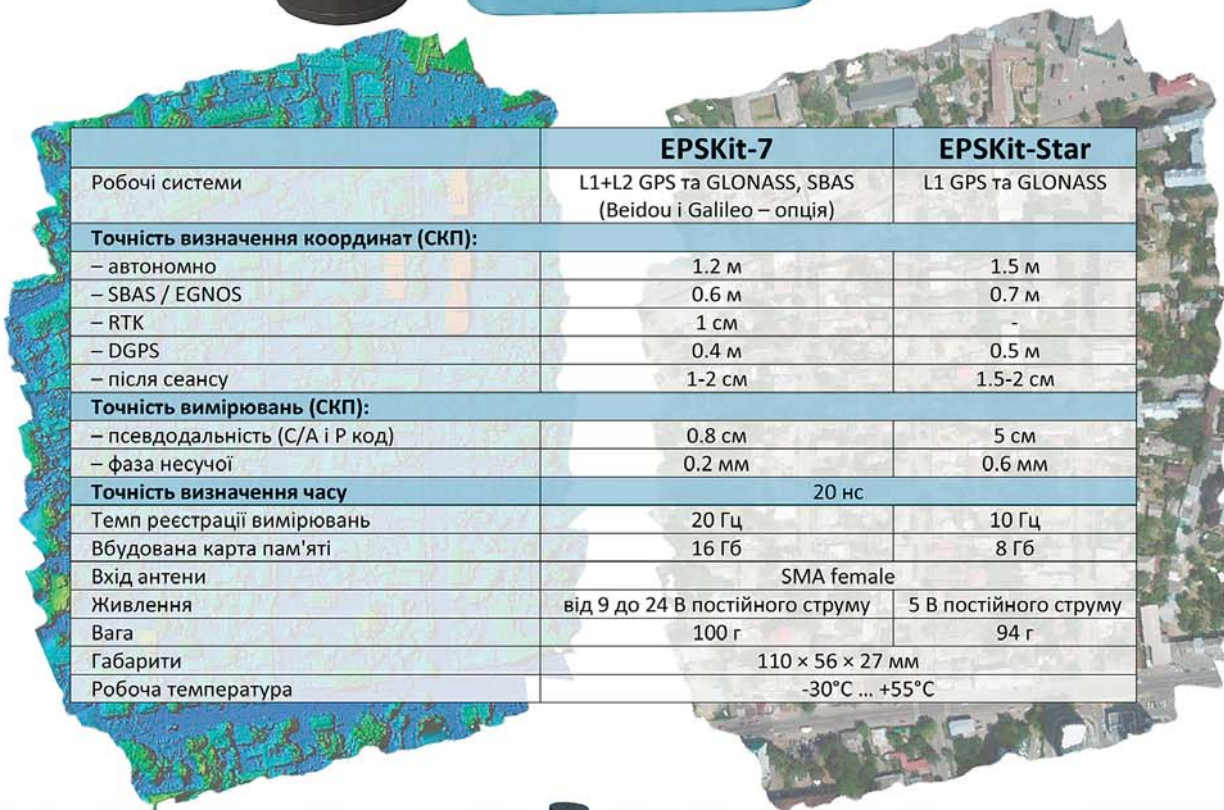
**VALO YANUSH**, dr., professor (*Poland*);

**RADEJ KAREL**, dr. (*Czech Republic*);

#### Адреса редколлегии:

Західне геодезичне товариство УТГК, Інститут геодезії Національного університету "Львівська політехніка"  
вул. Карпінського, 6, кім. 601, Львів, 79013, Україна, тел. +38-032-258-27-19, +38-050-370-64-02, +38-063-167-15-85  
E-mail: [chetverikov@email.ua](mailto:chetverikov@email.ua), [malanchuk.mari@gmail.com](mailto:malanchuk.mari@gmail.com)

# Прилади для підтримки аерофотозйомки з БПЛА та коптерів - EPSSKit-7 та EPSSKit-Star



**ТОВ «Є.П.С.»**

вул. Руставелі, 40  
Харків 61001 УКРАЇНА

<http://www.gnss.com.ua>  
<http://www.eps.com.ua>

[info@eps.com.ua](mailto:info@eps.com.ua)  
[sales@eps.com.ua](mailto:sales@eps.com.ua)

@E.P.S.LLC.Ukraine  
 @epsllcukraine



# ТОЧНІ 3D ВИМІРЮВАННЯ ПО 2D ФОТО В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ



## ▪ Мистецтво фотограмметрії

За допомогою вбудованих відкаліброваних стереофотокамер, фотограмметричного програмного забезпечення та обробці даних в реальному часі, фотодальномер Leica BLK3D дозволяє виконувати 2D і 3D вимірювання по фото. Отримуйте точні розміри об'єктів найскладніших форм відразу на будівельному майданчику або в офісі!

## ▪ Сучасне документування

Архітектурне документування має значення! Фіксуйте об'єкт буквально в пару кліків на розумних фото на протязі всіх етапів розвитку проекту. Скорочуйте кількість помилок і підвищуйте імідж компанії. Отримайте максимум користі від можливостей ІТ для задоволення потреб сучасної архітектури.

Навігаційно-Геодезичний Центр

Офіційний представник Leica Geosystems в Україні

Київ, вул. Попудренка 52, оф. 503  
Тел./факс: +38 (044) 494-29-09  
Тел.: +38 (067) 715-27-37  
www.ngc.com.ua

Харків, вул. Балакірева 23-А, оф.1  
Тел./факс: +38 (057) 728-22-50  
Тел.: +38 (095) 402-90-02  
ngc@ngc.com.ua



HEXAGON

Leica  
Geosystems



# Мобільний лазерний сканер MAVERICK

## Особливості:



- Діапазон роботи від 1,5 м до 100 м;
- Точність вимірювання відстаней  $\pm 2$  см (1 сігма при 25 м);
- Швидкість вимірювання 700 000 т/сек;
- Поле зору В-від  $+10^\circ$  до  $-30^\circ$ , Г- $360^\circ$ ;
- Внутрішня пам'ять до 2 Тб для збереження даних;
- Вбудовані системи GNSS+INS;
- Вбудована камера 30 МП з високою розподільною здатністю;
- NovAtel SPAN-IGM-S1 GPS приймач;
- можливість встановлення на автомобіль, квадроцикл, сігвей, поїзд і рюкзачний варіант.

*Застосування: транспортне будівництво, автомобільні дороги і залізниці, транспорт, 3D картографія, дослідження*

**Мaverick - це найлегший і найуніверсальніший мобільний лазерний сканер, що не має собі рівних на ринку**

## **АНТАРЕС**

НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР

04050, вул. Січових Стрільців 60, м. Київ, тел./факс 484-60-12, 484-45-18  
e-mail: [aspc@antares-spc.com.ua](mailto:aspc@antares-spc.com.ua); [www.demetra5.kiev.ua](http://www.demetra5.kiev.ua)



# Час читати намі книги!



Видавництво Львівської політехніки –  
одне з провідних академічних  
видавництв України



Власна  
мережа  
книгарень  
у навчальних  
корпусах

Продаж власних видань та книг  
найкращих українських видавців:

- навчальна та наукова література
- художня література
- книги для дітей
- довідкові та подарункові видання

Головний корпус – вул. Степана Бандери, 12, тел.: 258-24-92  
1 корпус – вул. Карпінського, 2/4  
2 корпус – вул. Карпінського, 6  
4 корпус – вул. Карпінського, 5, тел.: 258-23-56  
5 корпус – вул. Степана Бандери, 28а  
8 корпус – пл. Св. Юра, 2  
11 корпус – вул. Професорська, 2  
Студентська бібліотека – вул. Митрополита Андрея, 3,  
тел.: 258-26-68

## ЗАЦІКАВЛЯТЬ ГЕОДЕЗИСТА!

- підручники,  
навчальні посібники,  
монографії з геодезії  
Видавництва ЛП



Книги можна придбати  
в мережі книгарень  
або замовити у видавництві

Відділ маркетингу та розповсюдження  
тел. (032) 258-21-46, факс (032) 258-21-36  
вул. Колесси, 4, корп. 23А, 79013  
vmr@vlp.com.ua

vlp.com.ua





## ЗМІСТ

### ОФІЦІЙНА ХРОНІКА, ОСВІТА, НАУКОВА, ВИРОБНИЧА ТА ГРОМАДСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ

<b>Ступень Н., Рижок З.</b> Методологічні засади формування геоінформаційної моделі сільськогосподарського землекористування .....	9
<b>Горб А., Тревого І.</b> Аналіз компонентів існуючих мобільних систем для вибору оптимального внутрішнього обладнання проєктованої сучасної системи.....	17
<b>Бондар А., Лепетюк Б., Тревого І.</b> Пам'яті Олександра Феодосійовича Ладана – видатного фахівця і талановитого керівника в геодезичній галузі.....	21

### ГЕОДЕЗІЯ ТА ГЕОДИНАМІКА

<b>Кордуба Ю., Колгунов В.</b> Аналіз зміни висот нівелірної мережі за 1897–2018 рр. в місті Львові.....	23
<b>Бачишин Б.</b> Спільне зрівноваження планового та висотного положення вільної станції.....	34
<b>Хоптар А.</b> Відновлення вертикального профілю вмісту водяної пари в тропосфері землі на основі даних мульти-GNSS спостережень .....	41
<b>Заблоцький Ф., Савчук С.</b> Про визначення зенітних тропосферних затримок із GNSS-спостережень PPP-методом.....	50

### ФОТОГРАММЕТРИЯ, ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА КАРТОГРАФІЯ

<b>Шевчук В., Озарків І.</b> Створення туристичної карти засобами ГІС ArcGIS (на прикладі Одеської області).....	55
<b>Celms A., Trevoho I., Ratkevics A., Reke I., Sulakova L.</b> Possibilities of aerofotogrammetric technologies for monitoring of the state border of Latvia .....	66
<b>Четверіков Б., Кілару В.</b> Визначення історичних меж “Старого юдейського кладовища” у Львові за допомогою картографічного методу та інтерпретаційних можливостей архівних аерознімків .....	72
<b>Примак Л.</b> До ГІС-технології створення висотного клатера рослинності для цілей планування та оптимізації LTE та 5G мереж стільникового зв'язку.....	78
<b>Глотов В., Кравчук Ю., Процик М.</b> Методика визначення внутрішніх елементів орієнтування та дисторсії для цифрових неметричних знімальних камер.....	86

### КАДАСТР

<b>Янчук Р., Дмитрів О., Трохимець С., Прокопчук А.</b> Розроблення методики розрахунку кількісних та якісних втрат природно-ресурсного потенціалу порушених земель внаслідок незаконного видобутку бурштину.....	93
<b>Губар Ю., Хавар Ю., Мошовська Н.</b> Інструментарій дослідження ринку нерухомості та встановлення загальних тенденцій його розвитку.....	102
<b>Кірічек Ю., Грянник В.</b> Кадастрова ідентифікація нерухомого майна .....	117

## CONTENTS

### THE OFFICIAL CHRONICLE, EDUCATION, SCIENTIFIC, INDUSTRIAL AND PUBLIC LIFE

<b>Stupen N., Ryzhok Z.</b> Methodological bases of the formation of geoinformation model of agricultural land use .....	9
<b>Gorb A., Trevoho I.</b> Analysis of existing mobile systems components for selecting the optimal interal equipment of designed modern system .....	17
<b>Bondar A., Lepetyuk B., Trevoho I.</b> In memory of Oleksandr Feodosiyovych Ladan – an excellent specialist and talented leader in the geodesic industry .....	21

### GEODESY AND GEODYNAMICS

<b>Korduba Yu., Kolhunov V.</b> Analysis of in height changes of the level network for the period 1897–2018 in the city of Lviv .....	23
<b>Bachyshyn B.</b> Common adjustment of the planned and high position of the free station .....	34
<b>Khoptar A.</b> Reconstruction of the vertical profile of the water vapor content in the troposphere based on data from multi-GNSS observations .....	41
<b>Zablotsky F., Savchuk S.</b> On determination of zenith tropospheric delays from GNSS observations by the PPP method .....	50

### FOTOGRAMMETRY, GEOINFORMATION SYSTEMS AND CARTOGRAPHY

<b>Shevchuk V., Ozarkiv I.</b> Creation of a tourist map by means of ArcGIS software (on the example of the Odessa region) .....	55
<b>Celms A., Trevoho I., Ratkevics A., Reke I., Sulakova L.</b> Possibilities of aerofotogrammetric technologies for monitoring of the state border of Latvia .....	66
<b>Chetverikov B., Kilaru V.</b> Determination of the historical borders of the “Old jewish cemetery” in Lviv by the cartographic method and the interpretation of archival aerial image.....	72
<b>Prymak I.</b> On the issue of GIS technology to produce an accurate vegetation clutter height for the purposes of LTE and 5G radio network planning and optimization.....	72
<b>Hlotov V., Kravchuk Y., Protsyk M.</b> Methods for determining the internal elements of orientation and distortion for digital non-metric cameras.....	86

### CADASTRE

<b>Yanchuk R., Dmytriv O., Trohimets S., Prokopchuk A.</b> Development of methodology for calculating quantitative and qualitative losses of natural resource potential of disturbed lands as a result of illegal extraction amber .....	93
<b>Hubar Yu., Khavar Yu., Moshovska N.</b> Instruments of real estate market research and general development of its development .....	102
<b>Kirichek Yu., Hryanyk V.</b> Cadastral identification of real estate .....	117