

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет Геоінформаційних Систем Управління Територія

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

(повна назва кафедри)

## Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

Використання методів наземного лазерного

сканування при інвентаризації доріг

Виконав: студент \_\_IV\_\_ курсу, групи  
ГіСТ

напряму підготовки (спеціальності)

193 Геодезія та землеустрій

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Сорока В.Р

(прізвище та ініціали)

Керівник Нестеренко О.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Нестрига А.В.

(прізвище та ініціали)

м. Київ – 2020 року

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І  
АРХІТЕКТУРИ**

Інститут, факультет Геоінформаційних систем і управління  
територіями

Кафедра Геоінформатики і фотограмметрії

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 193 “Геодезія та землеустрій”

(шифр і назва)

Спеціальність 8.08010105 “Геоінформаційні системи і  
технології”

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ проф., д.т.н. Карпінський Ю.

О

“\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

**Сорока Владислав Романович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): Застосування методів мобільного лазерного сканування для інвентаризації автомобільних доріг

керівник проекту (роботи)\_ доц. к.т.н. Нестеренко Олена Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “\_\_” \_\_\_\_\_ року №

2. Строк подання студентом проекту (роботи)\_ 10.06.2020

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Хмара точок з Мобільного лазерного сканеру

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

Розділ 1

1.1. Нормативно-правове забезпечення об'єкту паспортизації в Україні

1.2. Огляд об'єктів паспортизації дорожньої інфраструктури 1.3. Світовий досвід використання мобільних скануючих систем

Розділ 2

2.1. Вимоги до топографічної основи при виконанні паспортизації та інвентаризації дорожньої інфраструктури

2.2. Вимоги до мобільного лазерного сканування при виконанні робіт

2.3 Технологічна схема виконання лазерного сканування

2.4 Розрахунок основних параметрів лазерного сканування

2.5 Вибір моделі та програмного забезпечення

Розділ 3

3.1 Обрання методів та моделей обробки результатів наземного лазерного сканування

Розділ 4

4.1. Розрахунок кошторису на створення топографічної основи методом лазерного сканування

Додаток 1. Технічний паспорт об'єкту

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

*КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН*

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Вступ	08.04.2020	
1.1	Нормативно-правове забезпечення об'єкту паспортизації в Україні	08.04.2020	
1.2	Огляд об'єктів паспортизації дорожньої інфраструктури	29.04.2020	
1.3	Світовий досвід використання мобільних скануючих систем	29.04.2020	
2.1	. Вимоги до топографічної основи при виконанні паспортизації та інвентаризації дорожньої інфраструктури	04.06.2020	
2.2	Вимоги до мобільного лазерного сканування при виконанні робіт	04.06.2020	
2.3	Технологічна схема виконання лазерного сканування	04.06.2020	
2.4	Розрахунок основних параметрів лазерного сканування	04.06.2020	
2.5	Вибір моделі та програмного забезпечення	04.06.2020	
3.1	Розрахунок кошторису на створення топографічної основи методом лазерного сканування	04.06.2020	
4.1	Розрахунок кошторису на створення топографічної основи методом лазерного сканування	09.06.2020	

**Студент**

( підпис )

(прізвище та ініціали)

**Керівник проекту (роботи)**

( підпис )

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ СФЕРИ ТА ОБ'ЄКТУ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ .....	9
1.1 Нормативно-правове забезпечення об'єкту паспортизації в Україні .....	9
1.2. Огляд об'єктів паспортизації дорожньої інфраструктури.....	10
1.3 Світовий досвід використання мобільних скануючих систем .....	14
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЛАЗЕРНОГО ЗНІМАННЯ.	25
2.1 Вимоги до топографічної основи при виконанні паспортизації та інвентаризації дорожньої інфраструктури .....	25
2.2 Вимоги до мобільного лазерного сканування при виконанні робіт .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3 Технологічна схема виконання лазерного сканування .....	30
2.4 Розрахунок основних параметрів лазерного сканування .....	<b>Ошибка!</b> <b>Закладка не определена.</b>
2.5 Вибір моделі та програмного забезпечення.....	
РОЗДІЛ 3. Застосування методів лазерного сканування для інвентаризації дорожньої інфраструктури .....	46
3.1 Обрання методів та моделей обробки результатів наземного лазерного сканування .....	50
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА. РОЗРАХУНОК КОШТОРИСУ РОБІТ	
4.1 Розрахунок кошторису на створення топографічної основи методом лазерного сканування .....	
ВИСНОВОК.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	
Додаток 1.....	
Додаток А Графічні матеріали	

## ВСТУП

Мобільне лазерне сканування це технологія що дозволяє максимально пришвидшити процес проведення польових робіт при проведенні топографо-геодезичних вишукувань на лінійних об'єктах, таких як залізничні колії чи автомобільні дороги загального або спеціального використання.

В даній дипломній роботі приведено приклад використання сучасних методів отримання даних для інвентаризації доріг, за допомогою системи мобільного лазерного сканування. З розвитком технологій швидкість виконання польових робіт значно пришвидшилась.

**Основною метою** даного дипломного проекту є ознайомлення з сучасним методом виконання топографо-геодезичного знімання за допомогою мобільного лазерного сканування для подальшого проведення інвентаризації дороги.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

1. Зробити аналіз предметної сфери об'єкту паспортизації
2. Проаналізувати основні методи лазерного сканування
3. Виконати аналіз застосування лазерного сканування для інвентаризації дорожньої інфраструктури
4. Проаналізувати економічну частину. Розрахувати кошторис робіт.

Процес паспортизації доріг відноситься до дорожньої галузі, а саме, проектування доріг. В свою чергу геодезисти надають послуги по оновленню топографічних матеріалів, з яких і виконується інвентаризація. В даний час для вирішення завдань широко використовується тахеометрическая зйомка, яка дозволяє отримати координати об'єктів, а потім представити їх в графічному вигляді. Тахеометричної зйомки дозволяє проводити вимірювання з точністю до декількох міліметрів, при цьому швидкість вимірювання тахеометра не більше 2 вимірювань в секунду. Такий метод ефективний при зйомці розріджених, незавантажених об'єктами площі. Очевидними недоліками такої технології є мала швидкість проведення вимірювань, і неефективність зйомки завантажених площ.

Для порівняння лазерна скануюча система дозволяє отримувати до 1 000 000 точок на секунду. Лазерне сканування територій має низку переваг перед

іншими методами зйомки. Воно характеризується високою швидкістю роботи, високою точністю вимірювання та безпечністю під час зйомки важкодоступних і небезпечних об'єктів. Ще однією істотною перевагою цього методу є те, що лазерне сканування дає змогу збирати інформацію про досліджуваний об'єкт у цифровому вигляді, що значно розширює можливості подальшої комп'ютерної обробки результатів. Доцільно вважати отриману зрівняну хмару точок джерелом бази геопросторових даних. Можна зробити висновок що лазерне сканування дозволяє отримати 98% ситуації. А отже дозволяє з сантиметровою точністю отримувати глибину пробойн асфальтно-бетонного покриття, ширину дерев та інше. Тому мобільне сканування є принципово домінантним рішенням при проведенню комплексу топографо-геодезичних вишукувань та подальшої інвентаризації доріг та проектного буферу відносно осі дороги.

В данній дипломній роботі описано процес виконання польових та камеральних робіт по інвентаризації та паспортизації доріг за допомогою мобільної лазерної скануючої системи Leica Pegasus Two. Ознайомлення з нормами та законами , котрі регулюють процес виконання та прийому топографо-геодезичних матеріалів, а також паспортів об'єкту дорожньої галузі. Проведено дослідження та цифрування матеріалів геодезичного вишукування. Порівняння процесів виконання подібних робіт у світі на прикладі Німеччини та Росії й закріплених норм та законів

**РОЗДІЛ 1**  
**АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ СФЕРИ ТА ОБ'ЄКТУ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ**

					<b>ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	“ Використання методів мобільного сканування при проведення інвентаризації доріг”	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
Виконав	Сорока В.Р.							
Керівник	Нестеренко О. В							
Зав. каф.	Карпінський Ю. О							
						КНУБА, група ГІСТ-41		

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ СФЕРИ ТА ОБ'ЄКТУ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ

### 1.1 Нормативно-правове забезпечення об'єкту паспортизації в Україні

Лазерне сканування - технологія, що дозволяє створити цифрову тривимірну модель об'єкта, представивши його набором точок з просторовими координатами. Технологія заснована на використанні нових геодезичних приладів - лазерних сканерів, що вимірюють координати точок поверхні об'єкта з високою швидкістю до 1 000 000 точок в секунду Проте не на всіх ділянках доцільно застосовувати подібний спосіб дослідження. Є ряд об'єктів, на яких лазерне сканування значно полегшує і прискорює роботу:

Табл.1 Використання лазерних сканерів

Важкодоступні місця на об'єктах, небезпечні ділянки, роботи яких треба контролювати і моніторити.	За допомогою лазерного сканування можна створювати тривимірні моделі цього складного для вивчення обладнання. А також на основі даних сканування складати необхідну документацію для цих приладів та їх елементів.
Використання 3D сканера доцільно в таких галузях, як важка промисловість, нафтогазова галузь та інші подібні напрямки.	У цьому випадку за допомогою тривимірного сканування можна досліджувати родовища сировини, а також розташування і стан трубопроводів. Лазерне сканування нагоді і в разі проектування будівництва, реконструкції або капітального ремонту.
Інженерні конструкції - ще один напрямок, який охоплює сканування 3д.	З його допомогою можна контролювати будівельний процес, вносити корективи в проектну документацію, а також здійснювати моніторинг у ході експлуатації інженерних систем.
Сканування доріг	доречно при укладанні нового дорожнього полотна та інших роботах на цих об'єктах.

Процес паспортизації потребує задіяння декількох нормативно-правових документів:

- Актуальний на сьогодні ДБН А.2.1-1-2008(Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування для будівництва) для забезпечення точності та повноти відображення ситуації. Викривується геодезистами при польових та камеральних роботах. Оскільки новий ДБН А.2.1-1-2014(Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва. Проект, друга редакція) не набув чинності слід використовувати дійсний. Та при виконанні топографо-геодезичних вишукувань методами мобільного лазерного сканування слід дотримуватись точності планової опорної геодезичної мережі, у нашому випадку статика на пунктах міської полігонометрії з точністю 5 мм в плані та по висоті.

При зйомці ситуації на забудованій території гранична похибка визначення положення твердих контурів відносно пунктів (точок) знімальної основи не повинна перевищувати:

Табл.2 СКП вимірювань в різних масштабах

4 см при масштабі плану 1:200;
10 см при масштабі плану 1:500;
20 см при масштабі плану 1:1 000;
40 см при масштабі плану 1:2 000;
100 см при масштабі плану 1:5 000.

Інженерні вишукування для будівництва виконують відповідно до норм чинного законодавства, нормативних актів, нормативних документів та стандартів, які регулюють діяльність у відповідних сферах з дотриманням вимог цивільного захисту у сфері техногенної безпеки, охорони праці та навколишнього середовища. [4]

Вимоги цих норм є обов'язковими для юридичних і фізичних осіб (в тому числі й зарубіжних) – суб'єктів господарської діяльності – незалежно від форм власності, які виконують інженерні вишукування на території України чи здійснюють будівельну діяльність. Лазерне сканування не є виключенням, і закріплено в ДБН А.2.1-1-2014.

До твердих контурів відносяться будівлі та інженерні споруди, побудовані з довготривалих вогнестійких матеріалів (бетон, цегла тощо).

Висоти характерних точок (предметів та твердих контурів) елементів забудови при зйомці повинні визначатися електронним тахеометром або геометричним нівелюванням з середньою квадратичною похибкою 2 см незалежно від висоти перерізу рельєфу. [4]

Вимоги до точності, змісту та складу інженерно-топографічних планів можуть бути підвищені, якщо це зазначено у технічному завданні (проекті виконання геодезичних робіт).

Під час виконання вишукувань на територіях з особливим режимом програму робіт доповнюють інформацією про умови проведення робіт і додаткові заходи, необхідні для виконання. [4]

Матеріали вишукувань, оформлені у вигляді науково-технічних звітів (далі - звітів) чи висновків, становлять науково-технічну продукцію, правом власності на яку згідно з чинним законодавством України про охорону інтелектуальної власності, володіють сторони, котрі уклали договір на її створення.

Польові матеріали не входять до складу звіту і не передаються замовнику, а зберігаються з основним примірником звіту в архіві організації-виконавця.

Строки використання матеріалів усіх видів вишукувань (крім інженерно-геодезичних) без проведення додаткових або контрольних робіт становлять до п'яти років і за збереження цільового призначення вишукувань, а також за відсутності змін інженерно-геологічних умов території (ділянки).

Метою виконання інженерно-геодезичних вишукувань є:

отримання інженерно-топографічних планів для розроблення проектів;

створення інженерно-геодезичної основи, що характеризує просторове положення та габарити об'єктів;

отримання даних для побудови геологічних, гідрогеологічних, архітектурних, екологічних, археологічних та інших картографічних моделей;

отримання даних про геометричні параметри об'єктів (у тому числі й підземних) та їх зміни; отримання даних про геодинамічні процеси.

Інженерно-геодезичні вишукування виконують у три етапи:

підготовчий - отримання технічного завдання замовника, збирання та аналіз матеріалів вишукувань минулих років, рекогносцирувальне обстеження території, складання програми вишукувань;

Польовий - виконання комплексу польових вимірювань і попередня обробка даних для забезпечення їх якості, повноти та точності;

Камеральний - остаточне оброблення даних польових вимірювань з оцінюванням точності отриманих результатів, складання та передавання замовнику звіту, передавання звітних матеріалів до державних картографічно-геодезичних фондів.

- Інструкція з проведення технічної інвентаризації та паспортизації об'єктів благоустрою населених пунктів. Геодезисти використовують у випадку коли вони є виконавцем паспортизації деякого об'єкту благоустрою.

Технічна інвентаризація проводиться в натурі з використанням копій планів об'єкта благоустрою, знятих з наявних планів, геодезичних матеріалів, креслень, проектів, графічних матеріалів, а також копій інвентаризаційних справ об'єктів нерухомого майна, елементів благоустрою, інженерних мереж, що розміщені на об'єкті благоустрою, тощо. [5] З інструкції зрозуміло що нанесення підземних комунікацій та інженерних мереж можливо шляхом вікопіювання з існуючих креслень.

- ДБН В.2.3-4:2015( Автомобільні дороги. Частина I. Проектування ). Зазвичай спеціаліст в сфері геодезії не використовує. Проте дані в технічному паспорті об'єкту благоустрою не можуть заперечувати принциповим нормам приведеним в данному нормативно-правовому документі. На прикладі значення автомобільної дороги. Загального користування(Рис.2)

Інженерні вишукування для будівництва є видом науково-технічної діяльності (згідно з Законом України "Про наукову та науково-технічну діяльність"), що забезпечує вивчення природних і техногенних умов територій (ділянок) об'єктів будівництва, розроблення прогнозів взаємодії об'єктів будівництва з навколишнім середовищем, розроблення усіх видів проектів (у тому числі інженерної підготовки територій, захисту територій і об'єктів від небезпечних процесів). [4]

Конкретні цілі та основні вимоги до проведення інженерно-геодезичних вишукувань повинні бути визначені технічним завданням замовника складу та обсягів робіт у програмі вишукувань. [4]

Технічне завдання на виконання інженерно-геодезичних вишукувань складає замовник за участі виконавця і генпроектувальника та містить обов'язкову інформацію щодо:

Табл.3 Технічне до виконання вишукувань

- цільового призначення роботи;
- характеристики об'єкта;
- необхідної детальності та повноти відображення ситуації об'єкта;
- точності визначення просторового положення об'єкта (масштаб);
- меж ділянки вишукувань
- спеціальних вимог;

- переліку звітних матеріалів, зразків форм їх подання у випадку виконання спеціальних видів робіт;
- відомостей про наявність матеріалів вишукувань минулих років

Оскільки процеси інвентаризації на паспортизації відносяться до дорожньої галузі то потрібно використовувати діючу нормативну базу для дорожньої галузі. А саме ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина I. Проектування

Ці норми встановлюють технічні вимоги до:

- проектування (Частина I. Проектування) нового будівництва та реконструкції автомобільних доріг загального користування (далі - автомобільні дороги);
- будівництва (Частина II. Будівництво) автомобільних доріг.

Крім того, ці норми встановлюють вимоги до перехрещення інженерних мереж та комунікацій і розміщення об'єктів сервісу в смузі відведення автомобільних доріг загального користування.

Норми не поширюються на відомчі (технологічні) автомобільні дороги, вулиці і дороги міст та інших населених пунктів, автомобільні дороги на приватних територіях та тимчасові (об'їзні) дороги. [3]

На підставі матеріалів технічної інвентаризації об'єктів благоустрою на кожний об'єкт благоустрою складається інвентаризаційна справа. Для зручності проведення обліку об'єкт благоустрою, що інвентаризується, умовно ділять на ділянки, які в натурі обмежуються постійними елементами внутрішньої ситуації. Цим умовним ділянкам присвоюються порядкові номери, які проставляються в кружках. Ділянки інвентаризації нумеруються числами, обведеними кружками, а в межах кожної ділянки при нумерації об'єктів нерухомого майна, елементів благоустрою додається літера, наприклад: 1-А, 1-Б тощо. Технічна інвентаризація об'єктів нерухомого майна, що розташовані на об'єкті благоустрою, проводиться відповідно до Інструкції про порядок проведення технічної інвентаризації об'єктів нерухомого майна, затвердженої наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 24 травня 2001 року № 127, зареєстрованої у Міністерстві юстиції України 10 липня 2001 року за № 582/5773. Дані інвентаризації долучаються до інвентаризаційної справи. [3]

Інвентаризація зелених насаджень на території населених пунктів проводиться відповідно до Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України, затвердженої наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 24 грудня 2001 року № 226, зареєстрованої у Міністерстві юстиції України 25 лютого 2002 року за № 182/6470. Дані інвентаризації долучаються до інвентаризаційної справи. [3]

На основі скоригованого графічного матеріалу з повною ситуацією і записів, зроблених на абрисі (в ескізі), даних зйомки та інших матеріалів складається інвентаризаційний план об'єкта благоустрою за зразком, наведеним у додатку 4 до цієї Інструкції, на який наносяться:

огорожі об'єкта благоустрою (за їх наявності) в умовних позначеннях, їх протяжність і висота;

лінійні розміри зовнішніх меж об'єкта благоустрою;

найменування суміжних землевласників та землекористувачів;

об'єкти нерухомого майна, розташовані на об'єкті благоустрою;

елементи благоустрою;

водоймища;

підземні і наземні інженерні мережі та їх елементи (оглядові колодязі, водорозбірні та питні колонки, опори електричних, телефонних та радіомереж тощо). [3]

Інвентаризаційний план залежно від площі об'єкта благоустрою складається у таких масштабах:

до 5,0 га - 1:500;

від 5,0 до 25,0 га - 1:1000 чи 1:2000;

понад 25,0 га - 1:2000 чи 1:5000.

На основі вимірів, зроблених у натурі, та інвентаризаційного плану об'єкта благоустрою обчислюється загальна площа цього об'єкта та його елементів.

Обчислена загальна площа об'єкта благоустрою не повинна відрізнятися від суми площ окремих ділянок (ситуацій) більше ніж на 0,1%. Допустима похибка розподіляється пропорційно до площі кожної складової частини.[3]

На основі проведеної інвентаризації об'єкта благоустрою складається його технічний паспорт за зразком, до цієї Інструкції (далі - технічний паспорт), який затверджується власником (балансоутримувачем) цього об'єкта благоустрою та підписується представником виконавця.

Показники технічного паспорта заповнюються після виконання всіх графічних і обчислювальних робіт.

Складання технічного паспорта вулиці (дороги) та технічного паспорта штучної споруди, розташованої на об'єкті благоустрою, здійснюється згідно з додатками 15, 16 до Технічних правил ремонту і утримання вулиць та доріг населених пунктів, затверджених наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 14 лютого 2012 року № 54, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 05 березня 2012 року за № 365/20678.

## **1.2. Огляд об'єктів паспортизації дорожньої інфраструктури**

Лазерне сканування, з'явившись на українському ринку геодезичних робіт близько 10 років тому, поступово знаходить застосування при вирішенні все більшого числа геодезичних робіт. Це - 3D картографування місцевості, оперативний контроль будівництва інженерних споруд та моніторинг їх стану при експлуатації, 3D-моделювання складних архітектурних об'єктів. Лазерне сканування територій має низку переваг перед іншими методами зйомки. Воно характеризується високою швидкістю роботи, високою точністю вимірювання та безпечністю під час зйомки важкодоступних і небезпечних об'єктів.

За допомогою лазерного сканування можна не тільки скласти топографічні плани територій різних масштабів, але також і цифрові тривимірні моделі об'єктів або місцевості, її рельєфу. Цей метод дослідження має ряд переваг. В першу чергу - це оперативність. Це найшвидший спосіб отримати повний набір інформації. Однак тут є і деякі труднощі. Наприклад, коли мова йде не про наземне лазерне сканування, а про повітряне, то процес може затягнутися через потреби в отриманні дозволів на зйомки з повітря. І, звичайно ж, головною проблемою, яка перешкоджає масовому застосуванню 3D сканера у геодезії - це його висока вартість і наявність в штаті фахівців, які працюють у цьому напрямку.

Від рівня та повноти інформаційного забезпечення залежить ефективність управління виробничими та господарськими процесами на підприємствах дорожньої галузі, здатність функціонувати в складних економічних умовах. Так як автомобільні дороги являють собою сукупність просторово прив'язаних географічних об'єктів зі складною і різноманітною атрибутивною інформацією, то роботи зі стратегічного планування обсягів дорожніх робіт і управління дорожніми організаціями доцільно проводити з використанням ГІС технологій. Ці системи мають можливості зберігання будь-яких обсягів різноманітної просторово прив'язаної інформації, виконання складного аналізу даних, видачі наочних налаштованих графоаналітичних матеріалів. Використання таких технологій в практичній роботі дозволяє значно підвищити ефективність прийняття рішень з різних питань розвитку і функціонування мережі автомобільних доріг[2].

Потрібно враховувати технічну класифікацію автомобільних доріг.

В таблиці 2. Приведено витяг про класифікації автомобільних доріг

**Всього доріг загального користування - 169,6 тис. км., з них:**

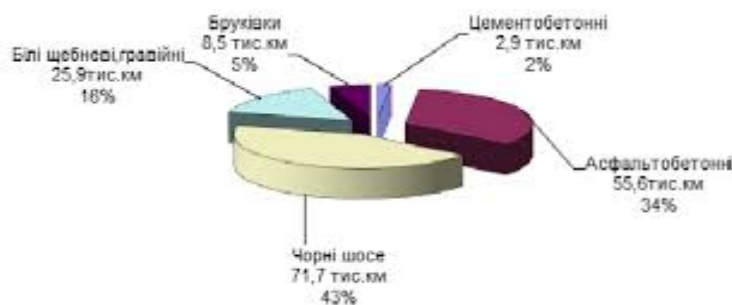


Рис.1 Структура мережі автомобільних доріг загального користування.

Чи за розподілом доріг загального користування за типами покриттів(Рис 2)

Табл. 4. Категорії доріг за інтенсивністю руху

Категорія дороги	Розрахункова перспективна інтенсивність руху, авт/добу	
	У транспортних од.	У приведених одиницях до легкового автомобіля
I-а – I-б	Понад 10 000	Понад 14 000
II	Від 3 000 до 10 000	Від 5 000 до 14 000
III	Від 1 000 до 3 000	Від 2 500 до 5 000
IV	Від 150 до 1 000	Від 300 до 2 500
V	До 150	До 300



## Рис.2 Розподіл за типом покриття

За результатами проведеної роботи можна зробити висновок, що впровадження використання мобільних лазерних скануючих систем дозволяє користувачам одержати об'єктивну інформацію про наявність дослідних ділянок, про їх протяжність, технічний стан, його змінювання в часі

- Види та обсяги інженерно-геологічних робіт визначають залежно від:
- ступеня інженерно-геологічної вивченості території;
- цільового призначення вишукувань;
- складності геологічних умов;
- наявності ґрунтів із особливими властивостями;
- глибини залягання та режиму підземних вод;
- зони активної взаємодії з геологічним середовищем;
- рівня відповідальності будівель і споруд згідно з ГОСТ 27751.

Існує висока потреба у прийнятті розширених норм , оскільки, на сьогодні,

Порядок заповнення технічного паспорта вулиці (дороги)

Внесення поточних змін до технічного паспорта виконує експлуатаційна організація на основі актів виконаних робіт з реконструкції та капітального ремонту, а також натурних обстежень після закінчення місяця з дня виконання робіт.

Поточні зміни виконують у відповідних розділах паспортів та в плані з дотриманням таких вимог:

а) заміну дорожнього одягу по всій вулиці або на деяких ділянках вказують на плані відповідною умовною позначкою;

б) зняття трамвайних колій позначають на плані закресленням хрестиками червоною тушшю через кожні 3 см по кожній рейці в шаховому порядку;

в) у разі зміни конфігурації проїзної частини і фасадних ліній також закреслюють стару лінію, а нову наносять чорною тушшю;

г) вилучення з вулиці рядової посадки дерев, ліній електроосвітлення (стовпи), каналізації, водовідводів, повітряних та підземних ліній електромереж, газопроводів позначають закресленням хрестиками червоною тушшю;

г) якщо до плану вносять надто багато змін, необхідно накреслити новий план, а в старому зробити напис про заміну його новим із зазначенням часу заміни його новим і прізвища робітника, який зробив цю заміну;

д) у разі внесення незначних змін на плані також роблять запис про час виправлення за підписом працівника, який вніс зміни;

е) якщо проводять поточні зміни на штучних спорудах (мости, труби, берегоукріплювальні споруди, тунелі тощо), виправлення в кресленик і схеми не вносять, а виконують новий кресленик.

Загальні щорічні висновки про роботу вулиці (дороги) вносять до технічного паспорта на підставі актів середніх (весняного і осіннього) технічних обстежень, що організують і проводять дорожньо-експлуатаційні організації з обов'язковою участю ДАІ, автотранспортних підприємств, трамвайно-тролейбусних управлінь, комунальних та інших заінтересованих служб.

Табл.5 Перелік документів, що додаються до технічного паспорта

№ з/п	Найменування	Дата складання	Масштаб	Кількість аркушів	Примітка
1	План вулиці (м 1:500)		1/500		
2	Поперечні профілі в характерних місцях		1/500		
3	Схема організації дорожнього руху		1/200		
4	Картографічний аналіз ДТП		-		

Виникає проблема якщо вулиця перетинається мостом або шляхопроводом. Виникає необхідність створюється паспорт штучної споруди

Загальні відомості

1. Вид споруди
2. Перепона, що перетинається
3. Характеристика перепони, що перетинається
  - 3.1. Категорія вулиці (дороги)
  - 3.2. Ширина проїзної частини
  - 3.3. Ширина тротуарів
  - 3.4. Кількість колій: залізничних, трамвайних, метрополітену

3.5. Ширина по дзеркалу річки м

3.6. Глибина під час межені

3.7. Швидкість течії

3.8. Комунікації

Перелік документів, що додаються до технічного паспорта

Таблиця 6

№ з/п	Найменування документа	Дата складання	Масштаб	Кількість аркушів	Примітка
1	Загальний вигляд мосту (шляхопроводу)	08.07	1/500	1	
2	Ситуаційний план з ескізами	08.07	1/500	1	
3	Фотографії	08.07		200	

Невід’ємною частиною паспорта є картографічний аналіз ДТП. На картограмі та в технічному звіті вказується місця скупчення ДТП, на наслідки для учасників дорожнього руху. Ці данні допомагають при плануванні та організації дорожнього руху. На сьогодні поліція також починає використовувати лазерне сканування для моделювання ДТП

Наведено методику лазерного сканування, яка впроваджується й удосконалюється у НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області для проведення дослідження місця дорожньо-транспортної пригоди, особливо у випадку масштабних автокатастроф, з великою кількістю учасників, пошкодженнями дорожньої інфраструктури і транспортних засобів. У 2011 році на «криміналістичному полігоні» НДЕКЦ при ГУМВС в Харківській області проведено апробацію можливостей лазерного сканування під час огляду місця ДТП за допомогою лазерного сканера «Leica ScanStation 2» (Швейцарія). Таку саму апробацію лазерного сканування місця ДТП, але за допомогою лазерного сканера «FARO® Laser Scanner Focus3D 120» (США) проведено на базі «криміналістичного полігону» ДНДЕКЦ МВС України. Як свідчать проведені випробування, технологію лазерного сканування можна використовувати під час огляду місця ДТП. Технологія лазерного сканування дозволяє проводити вимірювання відстаней безпосередньо за «хмарами» сканованих крапок, оскільки кожна крапка має свій набір координат X, Y, Z. Таким чином, можна, наприклад, отримати розміри деформації автомобіля, що брав участь у ДТП, або довжину і ширину слідів юза, подряпин на асфальті, відстані від орієнтира і базової лінії до об’єктів ДТП. На сканованому зображенні програма показує задані відстані у вигляді пунктирної лінії та прапорця, на якому нанесено розміри у метрах.

Кінцевий результат у вигляді 3D-зображення після з'єднання «сканів» за допомогою програмного забезпечення наведено на рис. 2. Теоретично у разі використання сканера немає потреби складати схему ДТП на місці події, вимірювати рулеткою вибрані відстані з подальшим позначенням розмірів у масштабі, оскільки у цьому випадку всі вимірювання з більш високою точністю можна виконувати безпосередньо за «хмарою» сканованих крапок. Скановане зображення, покладене в основу схеми ДТП, наведено на рис. 3.



Рис. 3. Результат сканування місця ДТП на трасі Харків — Сімферополь у вигляді 3D-зображення



Рис. 4. Схема розташування об'єктів на місці ДТП на трасі Харків — Сімферополь за даними лазерного сканування

### **1.3. ДОСВІД ІНШИХ КРАЇН ПРИ ПРОВЕДЕННІ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

На сьогодні у світі лазерне сканування тільки починає розвиватись тому даних про виконання робіт по інвентаризації в відкритому доступі не має. Проте на прикладі Німеччини, можна ознайомитись з досвідом. При перевірці стану автодоріг в Німеччині вперше застосували метод лазерного сканування. Раніше така оцінка - це було трудомістке і дороге заняття. Тепер зробити цю роботу дешевше, точніше і швидше можна за допомогою нового лазерного сканера. Сайт The American Surveyor опублікував витяги з досліджень німецьких експертів, присвячених аналізу стану автобанів і інших автомобільних доріг Німеччини.

Дороги в Німеччині оцінюються в 470.000.000.000 євро. При цьому, на дороги йде більше 60% основних фондів в більшості муніципалітетів країни. Зараз існує величезний ризик того, що ця сума збільшиться, оскільки багато доріг експлуатуються вже 30 років і більше. Погода і знос надають поганий вплив на якість бетонних і асфальтових покриттів. Уряд робив спроби перекласти транспортне навантаження частково на водні і залізничні маршрути, проте 82% пасажирських перевезень і 65% вантажних перевезень як і раніше здійснюються за допомогою автомобільного транспорту.

Нова технологія лазерного сканування, яка вже встигла довести свою ефективність в сфері залізничних вимірювань, поступово знаходить своє застосування в сканування автомобільних доріг не тільки в Німеччині а й по всьому світу, а своїми характеристиками швидше, дешевше і точніше, ніж всі використовувані раніше методи.

Лазерне сканування набуло широкого вжитку не тільки в геодезії , а й в криміналістиці та, навіть, в відео-іграх. На сьогодні майже по всій Європі відскановано та створено 3Д моделі історичних кварталів. Широко використовується при моделюванні та відтворенні подій на місці ДТП чи місті злочину.

Співробітниця Ubisoft Керолін Міусс (Caroline Miousse) повідомила в бесіді з The Verge в 2014 році, присвяченої історичної реконструкції, що Нотр-Дам є найбільшим будовою в грі. При цьому дизайнер спиралася на фотографії, історичні дані і відтворювала таку версію собору, якої в реальності вже не існувало, витративши на опрацювання деталей буквально роки і прагнучи домогтися, щоб кожна цеглинка виглядала максимально точно. В результаті

віртуальний собор з гри, який гравці по всьому світу могли облязати зовні і зсередини, може надати істотну допомогу реставраторам.

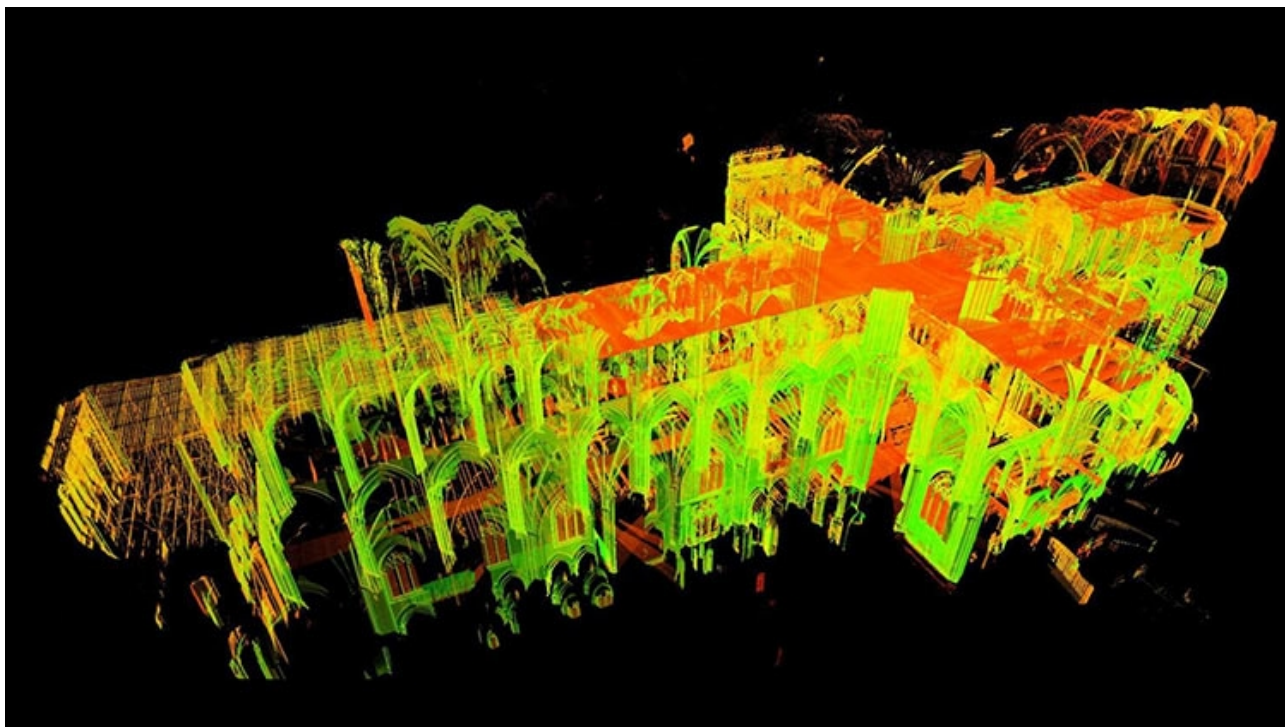


Рис. 5 3Д модель Нотр-Дам

У лютому 2017 року фахівці «Триметарі Консалтинг» виконали роботи по лазерному скануванню театру балету імені Л. Якобсона, м.Санкт-Петербург. В результаті сканування було отримано хмара точок зі середньоквадратичної похибкою даних 4 мм. Роботи виконувалися сканером Leica ScanStation C10. Результати надані у вигляді хмари точок в форматі Autodesk RCP, сервісу панорам Leica Truview с можливістю вимірювань і анотування, а також комплекту обмірних креслень, що включає в себе фасади, перетину і деталі. На кресленнях фасадів необхідно було показати втрачені фрагменти. Польовий етап - безпосередньо лазерне сканування фасадів - був виконаний за один день бригадою з двох фахівців по лазерному скануванню.

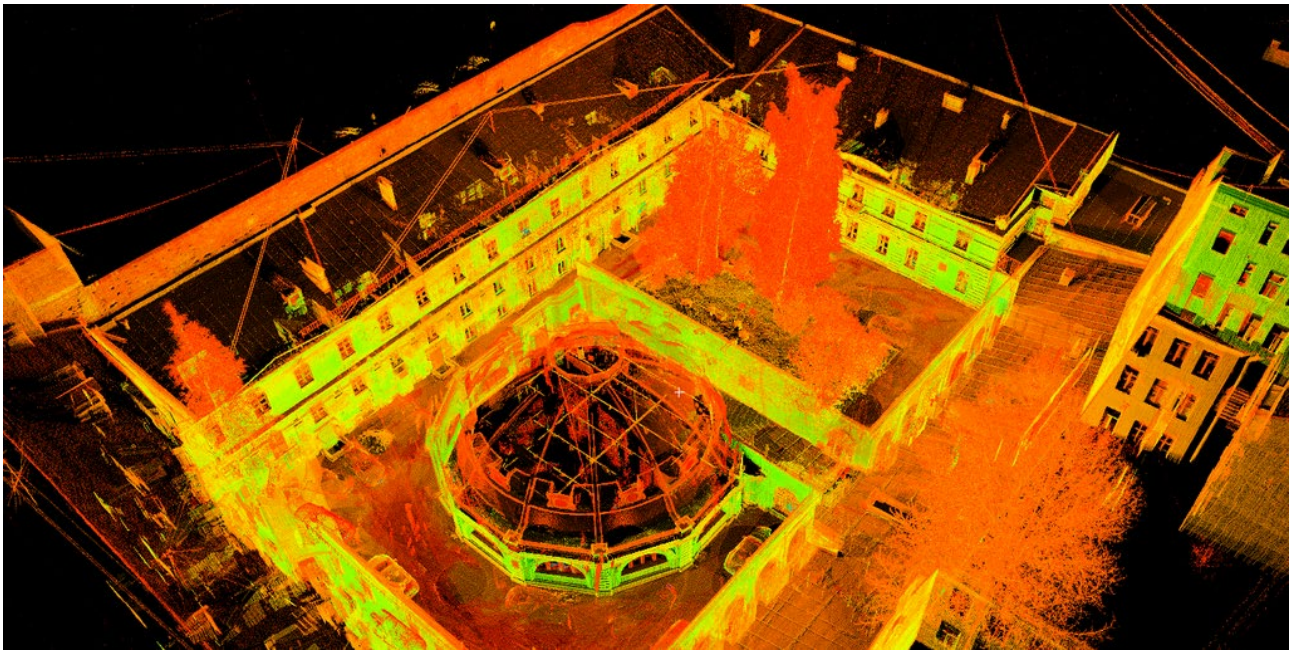


Рис.6 Хмара точок будівлі будинку

Камеральний етап обробки даних зайняв три тижні. За допомогою скануючої системи була отримана інформація, що дозволяє готувати проектну документацію в мінімальні терміни без додаткових обмірів. Важливою особливістю лазерного сканування є наявність тривимірної віртуальної копії об'єкта у вигляді хмари точок, що зводить необхідність домерів і додаткових виїздів на об'єкт до мінімуму. Якщо потрібно уточнити будь-якої параметр, зовнішній вигляд або зняти додаткові розміри, можна звернутися до хмари точок або сферичним панорам, без виїзду на об'єкт. Будівля, де в даний час розташовується театр балету, побудоване в 1834-1835 архітектором Краснопеквовим З.Ф. У минулому в будівлі розташовувалися Головне управління державного коннозаводства, Державна стайня.

Лазерне сканування набуло широкого вжитку в Світі. Технологія наземного лазерного сканування дозволяє дистанційно досліджувати і, по отриманим даним, створювати креслення, перерізи, плани та тривимірні цифрові моделі об'єктів складної геометричної форми.

Зйомка методом лазерного сканування є найбільш безпечним і економічно вигідним методом зйомки, адже основна складність при проведенні зйомок автодоріг - це необхідність зупинки або обмеження руху. Навіть якщо по об'єкту, що знімається ділянці дороги безупинно їдуть автомобілі, то при обробці хмари точок можна вибрати одну точку, що належить дорожнього покриття і включити функцію побудови згладженої поверхні.

Відповідно до ст. 12 Федерального закону від 10.12.1995 року № 196-ФЗ «Про безпеку дорожнього руху» ремонт і утримання доріг на території Російської Федерації повинні забезпечувати безпеку дорожнього руху. Утримання автомобільних доріг здійснюється відповідно до вимог технічних регламентів

з метою забезпечення збереження автомобільних доріг, а також організації дорожнього руху, в тому числі за допомогою підтримки безперебійного руху. Нормативно правова база РФ фактично не відрізняється від Української. Фактично це пов'язано з нормативною базою ССРСР.

При технічній інвентаризації автомобільних доріг:

уточнюють перелік автомобільних доріг загального користування, їх найменування і протяжність;

встановлюють або уточнюють геометричні параметри доріг;

визначають типи і стан покриттів, оцінюють міцність дорожніх одягів;

проводять інвентаризацію мостів, шляхопроводів, естакад, труб, тунелів, галерей та інших штучних споруд;

враховують службові, технічні і цивільні будівлі і споруди;

проводять облік і дають загальну оцінку інженерних облаштування і обстановки

Розглянуто норми використання мабільних лазерних скануючих систем на прикладі РФ “МИ СМК 71.12.12 Инструкция по проведению работ в области геодезии с применением 3d-сканера”

Для виконання робіт по лазерному скануванню і детальному моделюванню

Інженером-геодезистом використовується технологія 3D-сканування. Забезпечення точності і достовірності інформації про об'єкт забезпечується інженером геодезистом шляхом поєднання технологій сканування і ПО. Проведення польового етапу робіт може ускладнюватися поруч обставин, наприклад підвищена скрутність об'єкта і обмеження видимості сканованих елементів з місць установки приладу призводить до збільшення числа точок стояння приладу. Інженер-геодезист застосовує лазерний сканер для наступних цілей:

- зйомка будівель і споруд з метою створення 3D-моделей і вирішення різних завдань;

- зйомка пам'ятників архітектури, визначення їх геометричних даних, оцінка руйнувань з метою визначення обсягу реставраційних робіт;

- інженерна геодезія;

- стеження за опадами будівель і споруд, деформаціями конструкцій;

- зйомка мостів шляхопроводів, естакад без зупинки руху транспортних засобів;

- виготовлення технічної документації (паспортів БТІ) на об'єкти капітального

## **ВИСНОВОК:**

На сьогоднішній день Інженер повинен забезпечити правильність та повноту даних при складанні технічного звіту про проведені роботи. Забезпечити точні характеристики при лазерному скануванні. Оскільки темою дипломної роботи обрано об'єкт дорожнього господарства то потрібно забезпечити повне відображення кожного об'єкту що відноситься до цієї галузі, а саме:

1. Дорожні знаки
2. Зупинки
3. Стан дорожнього полотна
4. Стан дорожнього одягу
5. Підземні та наземні комунікації під дорогами та вздовж
6. Повздовжні та поперечні профілі автодороги

На сьогодні нормативно-правове забезпечення при проведенні інвентаризації та паспортизації чітко визначає порядок та перелік технічних звітів необхідних для складання технічного завдання на підрядника. Тому виконання поставлених завдань не складає проблеми. Нормативно-правова база, а саме інструкція з проведення технічної інвентаризації та паспортизації об'єктів благоустрою населених пунктів дозволяє використовувати мобільні лазерні скануючі системи. Оскільки в результаті виконаної роботи буде отримано натуральний розмір, колір об'єкту та ступінь деформації досліджуваного об'єкту. Сукупність цих даних безперечно домінує над традиційними методами тахеометричного та фотограметричного знімання

Отже, при порівнянні 2 нормативних баз країн сусідів пострадянського простору стає зрозуміло, що нормативно правова база базується на нормах

СССР. Зазначені вище норми проведення паспортизації фактично не відрізняються одна від одної .

Важливий крок у розвитку галузі лазерного сканування відіграє закріплення нормативно-правової бази. Фактично спеціалісти очікують важливих поправок до норм та законів для подальшого провадження новітніх технологій в інженерно-геодезичні вишукування.

В ідеальному випадку геоінформаційна система автомобільних доріг повинна включати в себе :

1. Паспорт дороги
2. 3Д модель
3. Ортофотоплани
- 4.Топографічні плани масштабу 1:500

Насьогодні не має проблеми створення 3Д моделей й ортофотопланів та постійного моніторингу стану автомобільних шляхів

У зв'язку з обмеженим фінансуванням біля 90 відсотків автомобільних доріг загального користування не ремонтували понад 30 років. Відтак автомобільні дороги загального користування (169,6 тис. км) не відповідають сучасним вимогам як за міцністю (39,2%) так і за рівністю (51,1%).

Окремо потребують особливої уваги штучні споруди та мостові переходи. З 16 191 мосту тільки 7 471 відповідають діючим нормам та стандартам, термінового ж ремонту потребують 1 865 мостових переходів.

**РОЗДІЛ 2**  
**АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ СФЕРИ ТА ОБ'ЄКТУ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ**

					<b>ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	“ Використання методів мобільного сканування при проведення інвентаризації доріг”	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
Виконав	Сорока В.Р.							
Керівник	Нестеренко О. В							
Зав. каф.	Карпінський Ю. О							
						КНУБА, група ГІСТ-41		

## **РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ СФЕРИ ТА ОБ'ЄКТУ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ**

### **2.1. Вимоги до топографічної основи при виконанні паспортизації та інвентаризації дорожньої інфраструктури**

Мережа автомобільних доріг є невід'ємною частиною єдиної транспортної системи, що забезпечує роботу всіх галузей промисловості, економіки і сільського господарства, соціальний розвиток суспільства. Крім того, забезпечується рівномірний наземний доступ у різні місця області, країни, а також безпечне та надійне переміщення людей і транспортування товарів із належною ефективністю.

Автомобільні дороги є однією з підсистем економічної системи країни, вони є суспільним продуктом та мають важливе значення. Від стану автомобільних доріг залежать витрати на перевезення вантажів та пасажирів, рівень цін, певною мірою зайнятість населення та темпи розвитку економіки держави загалом. Тому забезпечення топографічною основою з відповідністю до точносних характеристик є невід'ємною частиною при проведенні

На сьогодні лазерне сканування не є новинкою на ринку . Все частіше стало використовуватися в самих різних галузях промисловості і будівництва при вирішенні різних завдань інженерної геодезії. Лазерне сканування знайшло таку популярність завдяки цілому ряду переваг над іншими методами вимірювань, а саме: можливістю виконання робіт при будь-якому освітленні; визначенням "мертвих зон" на стадії виробництва польових робіт, завдяки тривимірної візуалізації реального часу; використання отриманих результатів сканування 3d в різних цілях; сканування точок об'єкта лише з одного центру

проектування; високою мірою деталізації; безпекою при зйомці небезпечних районів та зон, які важкодоступні.

При зйомці ситуації на забудованій території гранична похибка визначення положення твердих контурів відносно пунктів (точок) знімальної основи не повинна перевищувати:

Проблеми застосування систем наземного лазерного сканування в задачах інженерної геодезії Матеріал вказує на великі перспективи використання НЛС в задачах інженерної геодезії. Одночасно було встановлено, що в даний час відсутні:

- чітка класифікація завдань, що вирішуються НЛС;
- теоретичні розробки методичні вказівки щодо комплексного вирішення таких завдань;
- теоретичні розробки та методичні вказівки, які б дозволили підвищити точність і якість НЛС.

Головне завдання це визначення в першому наближенні сфери формулювання досліджень, на яких слід зосередити основну увагу застосування НЛС при розробці теорії і методів підвищення точності і якості

Оскільки наземне лазерне сканування досить нова технологія визначимо головні завдання подальших досліджень:

- Теоретичне і експериментальне дослідження точності методу наземного лазерного сканування.
- Розробка методики планування робіт по виконанню наземного лазерного сканування.
- Розробка математичної моделі калібрування лазерних сканерів в польових і камеральних умовах на основі результатів теоретичного і експериментального дослідження.
- Теоретична розробка комплексної методики, що поєднує технології наземного лазерного сканування і цифрової фотограмметрії.
- Систематизація і вдосконалення математичних методів і моделей попередньої обробки матеріалів наземного лазерного сканування.
- Систематизація і вдосконалення математичних методів і моделей зшивання окремих лазерних сканів для отримання 3D-моделей об'єктів.

- Розробка єдиної методики створення тривимірних моделей інженерних споруд з високоякісної текстурою.

- Розробка методики і технології виконання польових і камеральних робіт при вирішенні різних завдань інженерної геодезії.

Комплексне рішення перерахованих вище проблем дозволить лазерного розробити технологію застосування наземного сканування для вирішення завдань інженерної геодезії.

При розробці теорії і методів підвищення точності і якості дослідження встановлена необхідність перегляду існуючих підходів до вирішення основних завдань інженерної геодезії. Вирішення цієї проблеми є актуальним і важливим завданням, яке вимагає детальних досліджень. Виконаний аналіз сучасних технологій геодезичних технологій підтверджує факт невикористання в обладнанні міру сучасного геодезичного інженерній практиці. Порівняльний аналіз функціональних та технічних можливостей різного геодезичного обладнання вказує, що НЛС має значний потенціал для застосування в інженерній геодезії. Застосування лазерного сканування можливо за умови розробки та впровадження нових технологічних схем збору і обробки даних НЛО. На основі аналізу класифіковані системи НЛС залежності методів вимірювання відстані, точності сканування і принципу розгортки лазерного променя. Незважаючи на значні технічні можливості НЛС, для його застосування в практиці інженерної геодезії необхідно дослідження точності лазерних сканерів вдосконаленні методики збору та методів обробки даних.

Надалі наведено приклади знімків НЛС. На Рис 6 наведений приклад фасадного знімання будинку вчителя у м. Київ. На Рис. 7. Приведений приклад топографічного плану в м масштабі 1:500 оцифрованого з щільної хмари точок

На Рис 6 можна чітко визначити перевагу лазерного сканування над традиційним зніманням тахеометром. Роботи виконувались представниками компанії SPM3D



Рис 6 Моделювання Будинку вчителя. Київ

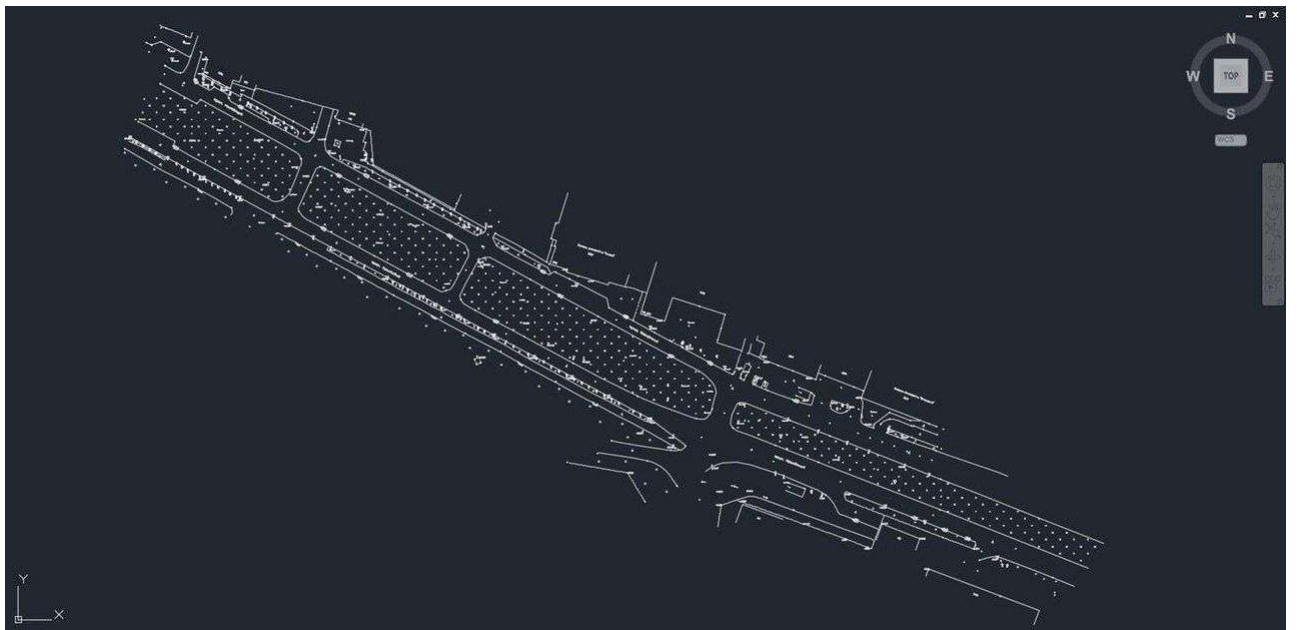


Рис 7 Топографічний план. Масштаб 1:500

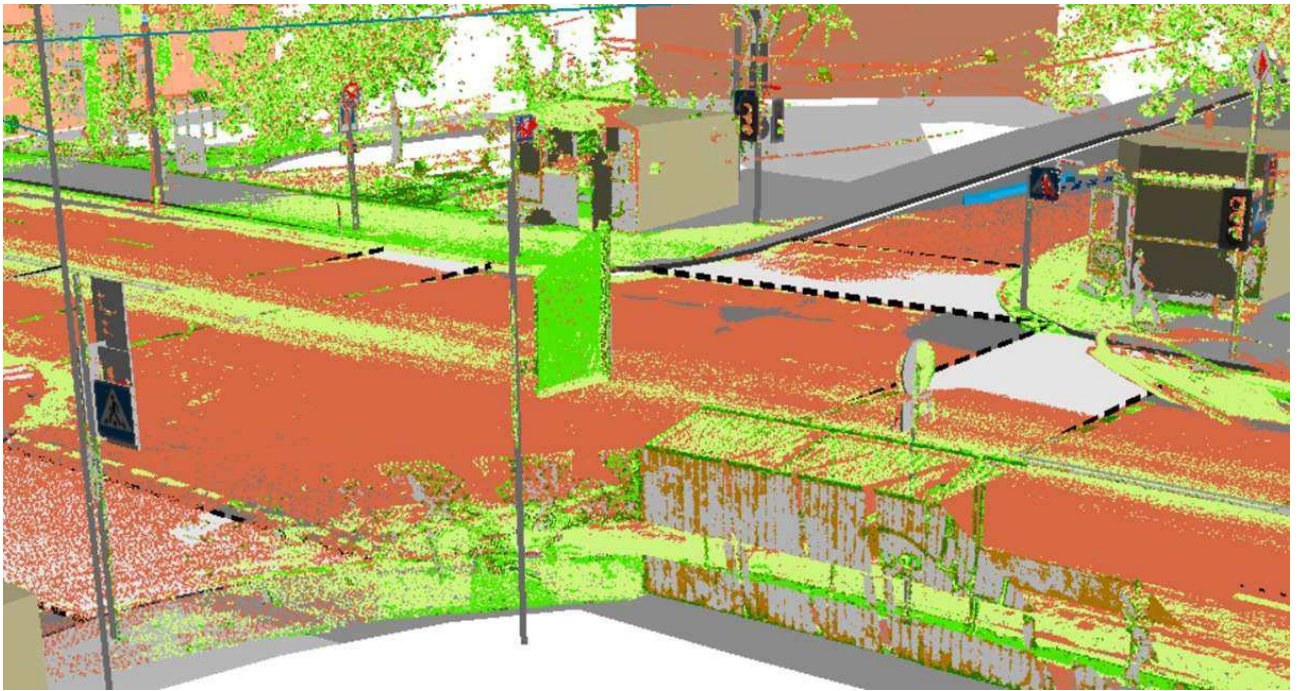


Рис 8 Щільна хмара точок на перехресті

## 2.2. ВИМОГИ ДО МОБІЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ

Матеріали 3D сканування і отримані на їх основі топографічні плани можуть стати для населеного пункту єдиною високоточною і актуальною картографічною основою для вирішення великої кількості практичних завдань, таких як, ведення містобудівного кадастру, розробка генерального плану та схем територіального планування, інвентаризація земель, прокладка та ремонт інженерних мереж. Результати 3D сканування можуть стати основою для побудови картографічних матеріалів у форматі 3D, який надає нові можливості моделювання, просторового аналізу і візуального відображення об'єктів.

Головною вимогою до мобільної скануючої системи є забезпечення точності та повноти відображення ситуації. Від поставленої задачі залежить точність виконуваних робіт. На рис 2.2. виділено класифікацію НЛС за функціональним призначенням. Мобільне сканування зазвичай використовується для знімання лінійних об'єктів. Сучасне обладнання дає

зможу отримати точність до 5 мм при високоточному зніманні залізничних шляхів та відстань до 5 см між поперечниками.

Табл. 7 Класифікація НЛС за функціональними можливостями



Лазерні сканери, що працюють на основі вимірювання швидкості

світла, були розроблені на початку 1990-х рр. Їх можна розглядати як попередників сучасних лазерних сканерів. теоретичні основи технології вимірювання відстаней лазером були розроблені в 70-80-х роках. Після 2000 року дослідження

НЛС були спрямовані за трьома основними напрямками: точність отримання координат, відстаней і кутів на тестових полігонах в різних діапазонах роботи НЛС; калібрування НЛС, можливості використання сканерів для визначення форми і розмірів різних об'єктів.

Лобой наземний лазерний сканер можна умовно розділити на наступні блоки:

- блок вимірювання відстані;
- блок розгортки лазерного променя;
- блок управління і зберігання даних.

На сьогоднішній день системи НЛС грають важливу роль серед сучасного геодезичного обладнання. При використанні сканування для вирішення завдань інженерної геодезії важливим завданням є досягнення максимально високого рівня точності. Виробники сучасних сканерів в більшості випадків не вказують точність визначення координат лазерним сканером. До найбільш

поширених характеристикам, які наводяться в паспорті приладу, відносяться точність вимірювання відстаней і точність визначення координат точок для певного відстані.

Було зроблено кілька спроб систематизувати фактори, на точність НЛС, що впливають на точність і якість НЛС, які в свою чергу розпадаються на групи окремих джерел похибок .Розглянемо послідовно кожен з факторів.

Табл.8 Джерела похибок НЛС

<p><b>ГЕОМЕТРИЯ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Щільність точок</li> <li>-Орієнтування сканів щодо об'єкта</li> <li>-Розташування станцій сканування</li> </ul>	<p>Ф А К Т О Р И</p>	<p><b>МЕТОД</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Вимірювання марок</li> <li>-Реєстрація та зшивання сканів</li> <li>-Попередня обробка даних</li> </ul>
<p><b>ПРИЛАД</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-метод вимірювання</li> <li>-точність вимірювання</li> <li>-калібрування</li> </ul>		<p><b>ГЕОПРИВ'ЯЗКА</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Метод орієнтування щодо глобальної системи координат</li> <li>-Кількість і розташування сполучних дочок</li> </ul>
<p><b>ДОВКІЛЛЯ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-рефракція</li> <li>-вібрація</li> <li>-стан</li> <li>-поверхні</li> </ul>		<p><b>Об'єкт</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Розмір</li> <li>-форма поверхні</li> <li>-Тип поверхні</li> <li>-Орієнтування в просторі</li> </ul>

**Геометрія.** Геометричний фактор, безумовно, є одним з основних при проектуванні будь-яких видів геодезичних вимірювань. На відміну від традиційних геодезичних побудов при виконанні лазерного сканування, крім взаємного розташування станцій лазерного сканування, найбільший вплив має

розміщення станцій сканування щодо об'єкта, що впливає на кут падіння лазерного променя, і дозвіл сканування. Ці геометричні характеристики пов'язані з параметрами НЛС. На сьогоднішній день не існує єдиної методики розрахунку параметрів НЛС, а значить, розробка такої методики є важливим завданням.

**Геопривязка.** Цей фактор має значення при використанні глобальної системи координат. в якій в кінцевому варіанті представляють результати сканування. В залежності від того, який метод орієнтування обраний для орієнтування в глобальну систему, похибки орієнтування будуть мати різний вплив. Аналіз методів геоприв'язки буде виконано в подальшому.

**Об'єкт.** Головним показником при аналізі впливу характеристик об'єкта необхідно вважати коефіцієнт відбиття поверхні об'єкта. Саме цей коефіцієнт вказується виробниками лазерних сканерів при визначенні точності лінійних вимірів. Цей коефіцієнт залежить від властивостей матеріалу: питома електрична провідність, магнітна проникність, зовнішній колір, довжина хвилі сканера, кут падіння променя, нерівність поверхні.

Співвідношення між відбитою інтенсивністю лазерного променя і відображенням поверхні описується відомим з геометричної оптики виразом

$$I \approx \rho \cos \gamma / R^2 \quad (1)$$

де  $I$  - інтенсивність відбитого лазерного променя,  $\rho$  - коефіцієнт відбиття поверхні,  $\gamma$  - кут падіння променя;  $R$  - відстань до об'єкта. Модель Ламберта підходить до розсіює поверхонь, для інших типів поверхонь можуть бути застосовані інші закони відображення. Поверхні з високим коефіцієнтом відображення (яскраві) зазвичай дають набагато кращі результати при вимірах, завдяки тому, що значна частина енергії лазера відбивається в напрямленні приймача.

Кут падіння лазерного променя є одним з головних обмежують показників НЛС. Згідно з дослідженнями похибка від кута падіння лазерного променя має систематичний характер, її можна представити графічно так, як показано на рис. 2.2 і обчислити по формулі:

$$\Delta R = (R * \psi / 2) * \tan \gamma \quad (2)$$

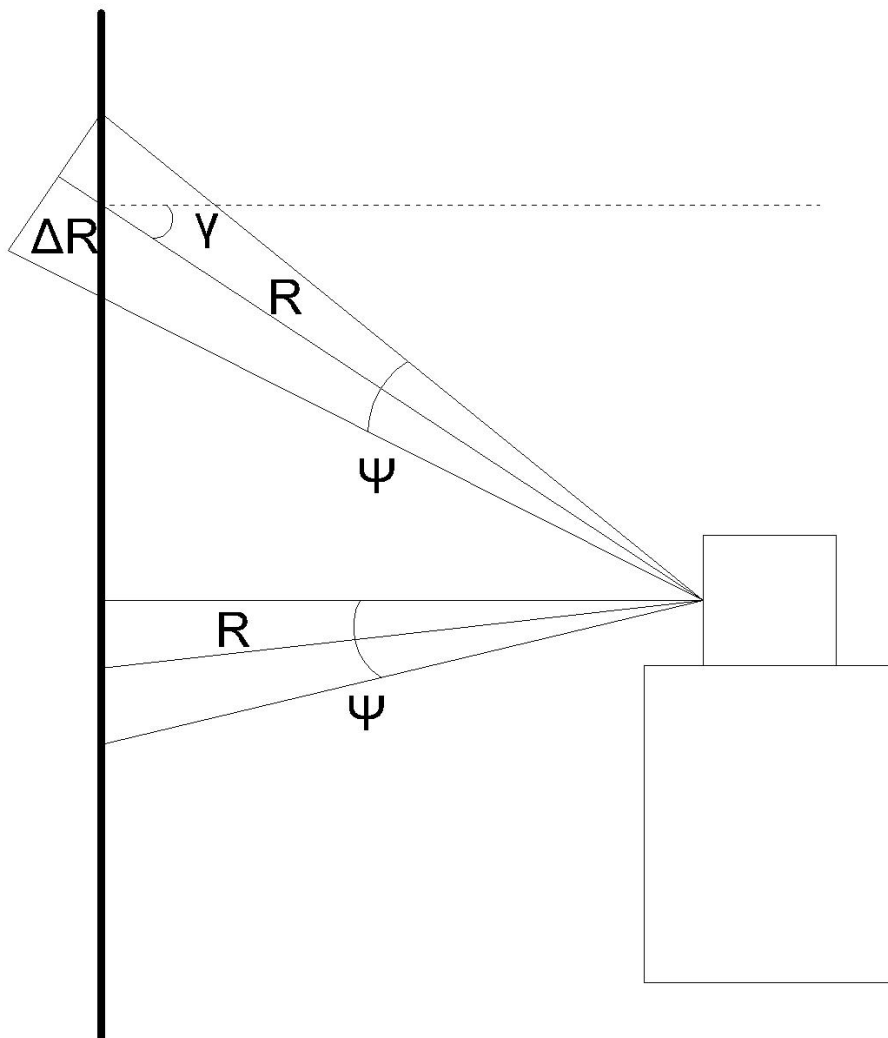


Рис 9. Похибка кута падіння лазерного променя

**Довкілля.** До основних складових впливу навколишнього середовища відносяться наступні: температура навколишнього середовища, тиск, відносна вологість, освітлення і вібрація, а також стан поверхні сканування (температура, вологість). Вплив відхилень умов спостережень від стандартної атмосфери детально досліджено в роботах багатьох вчених. Необхідно також відзначити, що деякий ПО дозволяє автоматично враховувати вплив метеорологічних параметрів. Серед інших метеорологічних факторів, що впливають на лазерні вимірювання, необхідно виділити рефракцію і турбулентність атмосфери. Вплив рефракції може бути значним при вимірах на великі відстані (понад 1 км) і при виконанні промислових вимірювань. Тут

необхідно зазначити, що турбулентність атмосфери впливає на якість сканування. Внаслідок неоднорідності атмосфери лазерний промінь відхиляється від прямолінійної траєкторії. Це відхилення характеризується наступною СКП

Якщо скористатися спрощеною моделлю наземного лазерного сканера, то похибки кутомірного блоку можна розділити на дві складові:

похибки елементів кутомірного блоку;

похибки невиконання геометричних умов між елементами блоку.

Кожна з цих складових містить відповідно випадкову і систематичну частини. Спочатку звернемо увагу на помилки, що не залежать від схеми розгортки лазерного променя. До таких похибок відносяться:

1. Систематичний зрушення. Може бути викликаний механічним розбіжністю дзеркала і лічильника або похибкою в аналогово-цифровому перетворювачі.

2. Синхронізація.

3. Масштабна похибка.

Виробники лазерних сканерів намагаються механічно і електронно зменшити вплив цих похибок. Геометрично вплив цих похибок можна зобразити таким чином Рис. 10.ф

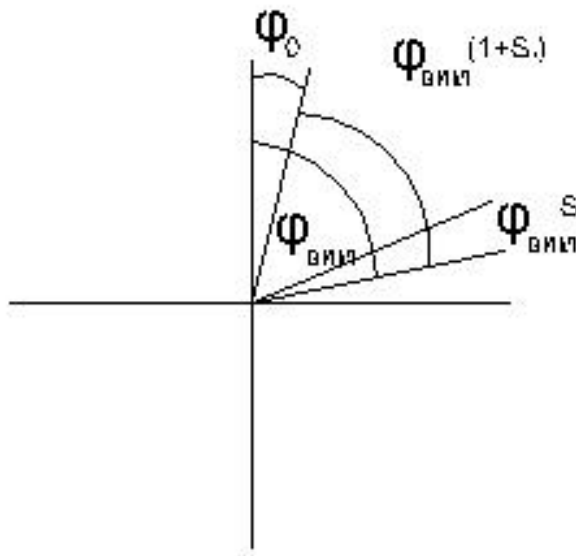


Рис. 10. Геометричний вплив похибок

Звернемо увагу на специфічну помилку, яка має важливе значення в системах НЛС. Зі збільшенням відстані сканування проявляється властивість розбіжності лазерного променя. Спочатку промінь сходиться в точку з мінімальним діаметром (рис. 3.4), яка знаходиться на незначній відстані від сканера.

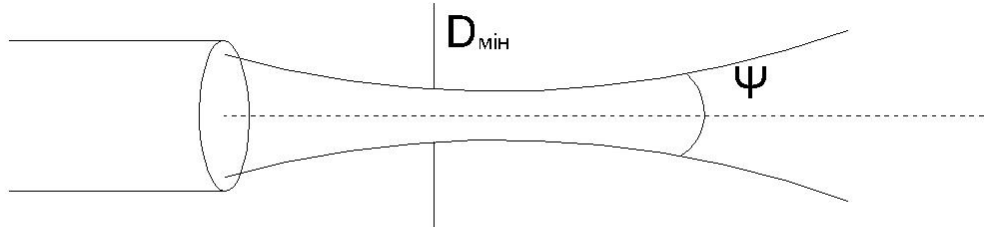


Рис. 11 Розбіжність лазерного променя

Шляхом використання коліматоров виконують фокусування лазерного променя для того, щоб зменшити величину розбіжності променя.

На іншому прикладі хмара точок з мобільної скануючої системи Leica Pegasus: Two - мобільна система збору просторових даних розроблена Leica Geosystems для сканування в русі. Використовуючи LiDAR-технології і володіючи полем зору 360 ° система формує високоточне хмара точок уздовж осі руху. В результаті обробки хмари 3D-точок проектувальник отримує високоякісну модель автодороги, багаторівневого комплексу автомобільних розв'язок, водного шляху, моста, залізниці і т.д. В результаті отримуємо план в масштабі 1:500. На прикладі доріг можна оцінити перевагу виконання польових вимірів мобільною скануючою системою. З таблиці 10 наглядно описано різницю в швидкості виконання обсягів польових робіт.

Табл 9 Швидкість роботи

Вид знімання	Час	км	Км/год
GNSS RTK	8 годин	10	1,25
Тахеометричне	8 годин	8	1
Лазерне сканування	2 години	60	30

## 2.3.ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИКОНАННЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ

Перш ніж говорити про попередньому розрахунку точності по відомим параметрам лазерного сканування, зупинимося більш детально на технології визначення координат точок споруди з використанням наземних лазерних сканерів. На рис. 2.12 представлені основні операції, що виконуються при вирішенні інженерних задач методом НЛС. Технологічно все процеси при лазерному скануванні можна розділити на ТРИ головних Етапи,

проект і польові геодезичні роботи;

лазерне сканування;

камеральна обробка.

Навіть одного погляду на можливий варіант технологічної схеми досить, щоб переконатися в тому, що хоча наземна лазерне сканування і спрощує безпосередньо процес вимірювань, але процедура обробки спостережень при цьому не тільки не спрощується, а навіть може. Складність робіт, перш за все, пов'язана з камеральною обробкою, і це не дивлячись на наявність значної кількості різноманітного програмного забезпечення. Ми умовно розділили весь технологічний ланцюжок на три основних етапи.

Якщо більш детально розглядати перший етап, то очевидно, що вже на стадії рекогносцировка необхідно знати максимальна відстань сканування, з якої буде забезпечена необхідна точність спостережень. Специфікою лазерного сканування є те, що сканер не обов'язково встановлювати на точку з відомими координатами, але обов'язково на кожній станції сканування необхідно захопити якомога більше марок-сфер, розташованих на пунктах з відомими координатами. Марки-сфери на опорних точках, з одного боку, є носіями системи координат, яка нерухома щодо спорудження, з іншого - дозволяють передати цю систему координат до точок стояння лазерного сканера, які можуть бути тимчасовими і переміщатися зі времеієм. Зазвичай така многоступенчатость погіршує точність вимірювань.

Табл 10 Технологічна схема рішення інженерних задач  
методом наземного лазерного сканування

1 Польові геодезичні роботи	1. Рекогносцировка- вибір точок установки сканера та закладки опорних пунктів. 2. Розміщення в зонах перекриття сусідніх сканів марок. 3. Побудова планово-висотної опорної мережі.
-----------------------------	--

	4. Визначення просторових точок установки сканера і марок-сфер, при необхідності.
2 Лазерне сканування	1. Задати параметри сканування 2. Безпосередньо процес лазерного сканування
3. Камеральні роботи	1. Попередня обробка кожного окремого скана. 2. Зшивання окремих сканів в єдину просторову модель. 3. Визначення геометричних характеристик споруди за результатами сканування. 4. Оцінка точності вимірювань за результатами зрівнювання просторової моделі.

Робочі формули визначення координат наземним лазерним сканером: (1)  
Позначення, використані в цих висловлюваннях, ясні з рис 12, на якому наведена принципова схема визначення координат точок методом наземного лазерного сканування.

$$X_C = X_p + R \sin \theta \cdot \cos \varphi$$

$$Y_C = Y_p + R \sin \theta \cdot \sin \varphi$$

$$Z_C = Z_p + R \cdot \cos \theta$$

(1)

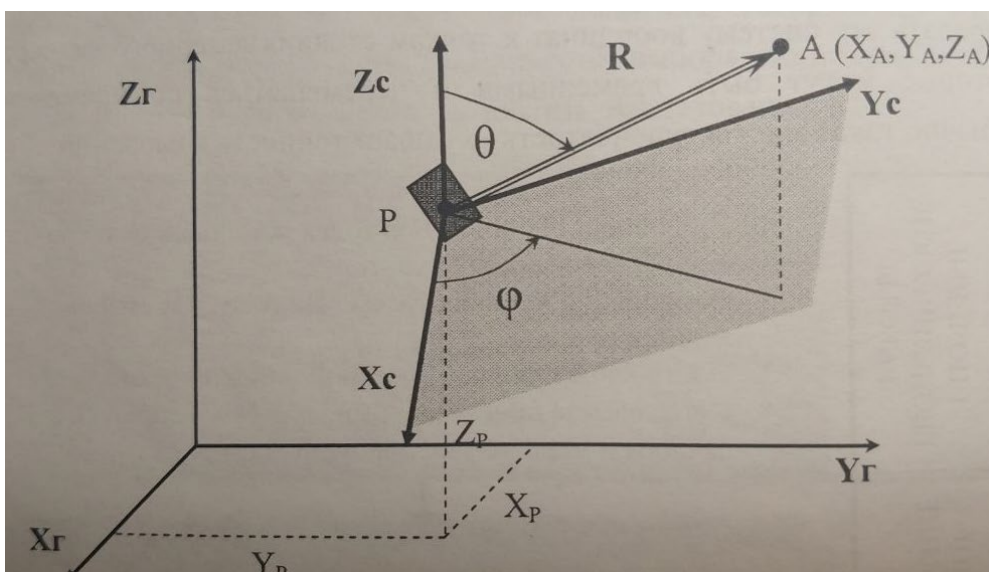


Рис 12 Схема визначення координат точок методом лазерного сканування

Порядок роботи сканера залежить від деяких факторів, зокрема, спосіб прив'язки. Метод вимірювання координат опорних точок, марок.

На табл 11 приведені варіанти порядки виконання польових робіт

Зауважимо, що основним завданням топографо-геодезичних вишукувань топографічної є створення основи подальшого проектування інженерних споруд. Головними особливостями топографо-геодезичних вишукувань, які відображені на схемі рис. 13 є:

- виконання робіт в глобальній системі координат, що вимагає створення опорної системи координат і її прив'язки до державної;
- невисокі вимоги точності, що дозволяє використовувати спрощені методи виконання геодезичних робіт і НЛС. НЛС на відміну від звичайної топографічної зйомки дозволяє отримати просторову тривимірну модель об'єкту, за допомогою якої можна більш раціонально виконувати проектні роботи. Іншим поширеним видом інженерно-геодезичних зйомки. Головною особливістю є порівняння отриманої після робіт є виконавчі виконавчої зйомки сканування моделі проектної. Завдяки надлишкової інформації після сканування, откіонення від проекту можна 10 інженерних вишукувань виконавча визначити не тільки в конкретних точках, а для всієї споруди. У зйомка виконується в умовній системі координат.

Performance During GNSS Outages<sup>1</sup>

Outage Duration	Positioning Mode	Position Accuracy (m) RMS		Velocity Accuracy (m/s) RMS		Attitude Accuracy (degrees) <sup>2</sup> RMS		
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Roll	Pitch	Heading
0 s	RTK	0.020	0.050	0.020	0.010	0.008	0.008	0.023
	HP	0.100	0.080	0.020	0.010	0.010	0.008	0.026
	SP	1.200	0.600	0.020	0.010	0.009	0.013	0.024
	PP <sup>5</sup>	0.010	0.015	0.020	0.010	0.008	0.008	0.012
10 s	RTK	0.130	0.060	0.026	0.010	0.010	0.010	0.025
	HP	0.350	0.290	0.031	0.011	0.012	0.012	0.032
	SP	1.340	0.670	0.035	0.011	0.014	0.014	0.026
	PP <sup>5</sup>	0.020	0.020	0.020	0.010	0.008	0.008	0.013
60 s	RTK	3.500	0.320	0.135	0.015	0.015	0.015	0.040
	HP	4.230	0.560	0.147	0.015	0.016	0.016	0.040
	SP	4.440	0.870	0.151	0.015	0.018	0.018	0.040
	PP <sup>5</sup>	0.130	0.050	0.030	0.020	0.010	0.010	0.016



Version 6 - Specifications subject to change without notice.  
 © 2012 NovAtel Inc. All rights reserved.  
 SPAN, Inertial Explorer, Advantech, Waypoint and NovAtel are registered trademarks of NovAtel Inc.  
 IMU-FSAS, FlexPak6 and RT-2 are trademarks of NovAtel Inc.  
 Printed in Canada. D10150  
 8881 5546 544 2010

<sup>1</sup> Typical values. Performance specifications subject to GPS system characteristics, US DOD operational degradation, ionospheric and tropospheric conditions, satellite geometry, baseline length, multipath effects and the presence of intentional or unintentional interference sources.

<sup>2</sup> When SPAN is in RTK mode.

<sup>3</sup> Export licensing restricts operation to a maximum of 515 metres per second.

<sup>4</sup> GNSS receiver sustains tracking up to 4 g.

<sup>5</sup> Post-processing results using Inertial Explorer software.

Рис 13 Розрахунок точності бортового GNSS-приймача

## 2.4. Розрахунок основних параметрів лазерного сканування

Мобільний лазерне сканування набуло широкого поширення при зйомці лінійних інженерних споруд. При зйомці відбувається рух лазерного сканера, або фіксованою траєкторії, є рівномірним прямолінійним. Як і в предилушем випадку, можлива реалізація варіантів сканування: прив'язка використанням електронного тахеометра від пунктів геодезичної мережі (застосовується при визначенні геометричних параметрів тунелів і доріг); В прив'язка з використанням навігаційного обладнання (GNSS і інерціальні системи) для контролю за дотриманням геометричних параметрів автодоріг, ЛЕП та ін. Розглянемо методику виконання попереднього розрахунку в кожному з цих методу.

Прив'язка з використанням електронного тахеометра від пунктів геодезичної мережі.

На сьогоднішній день в світі розроблено значну кількість автоматизованих вимірювальних комплексів геометричних параметрів доріг [94]. Будь-який комплекс складається з чотирьох компонентів: вимірювальний візки, сканера, комп'ютера і блоку геодезичної прив'язки. Вимірювальна візок містить пристрій для вимірювання відстані між рейками, одометр для вимірювання пройденої відстані. датчик для вимірювання нахилу візки в поперечному напрямку (піднесення рейки) і поздовжньому напрямку. Геодезична прив'язка виконується двома способами: за допомогою електронного тахеометра або GNSS. При використанні GNSS- антена встановлюється безпосередньо на візок. Точність вимірювань залежить існуючої GNSS-мережі, оскільки вимірювання проводяться в першу чергу від режимі RTK

Розглянемо геометрію визначення координат точки при використанні профільного лазерного сканера. Координати точок отримують в локальній системі координат сканера. У цій системі координат вісь збігається напрямком руху перпендикулярна площині сканування. При скануванні вимірюють відстань до точки  $a$  і кут нахилу  $\Theta$ . Схема сканування зображена на рис. 2.30.

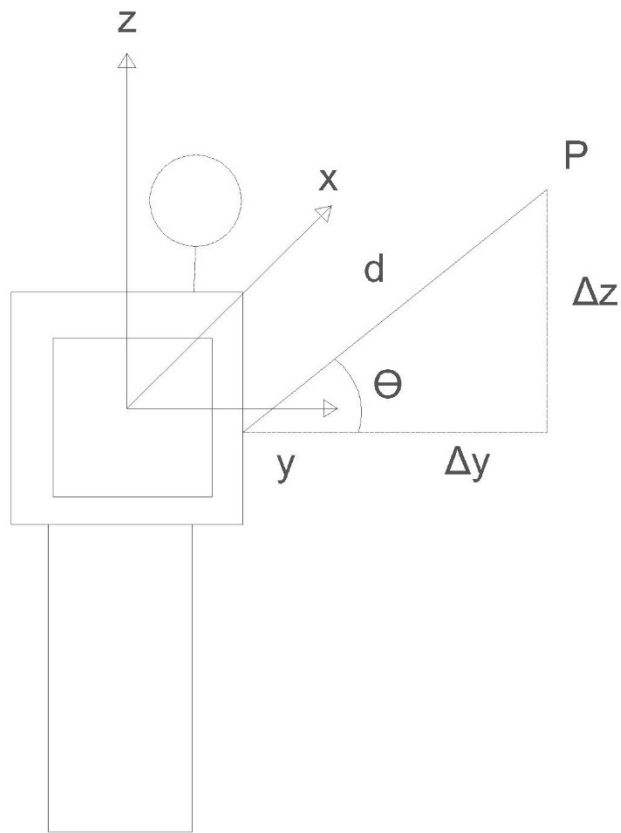


Рис. 14 Визначення координат точки лазерним сканером

$$p = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ d \cos \Theta \\ d \sin \Theta \end{pmatrix} \quad (2)$$

Координати точки в системі координат сканера вираховують по формулі(2)

### 2.5. Вибір моделі та програмного забезпечення

У сучасний період лазерні сканери виготовляють фірми геодезичного приладобудування, а саме: Leica Geosystems, Topcon, Trimble, Zoller + Froehlich, RIEGL. (рис. 1). Всі вони намагаються максимально задовольнити вимоги користувачів щодо технічних можливостей лазерних сканерів, і уважно стежать за тенденціями розвитку геодезичних потреб. Нині, на нашу думку, лазерні сканери за функціональними можливостями доцільно розділити на дві групи:

- Автономні - це клас лазерних сканерів, у комплектації яких є всі стандартні функції та можливості роботи. До них належать практично всі сучасні лазерні сканери.

- Інтегровані - це клас лазерних сканерів, які, крім стандартних функцій, мають додаткові можливості, такі як: інтегрований GPS-приймач, цифрова камера з високою роздільною здатністю та інтернет-браузер.

Аналізуючи можливості лазерних сканерів, можна зробити висновок, що технічне та програмне забезпечення у приладів різних фірм практично однакове, але можливості та якість виконаної роботи дещо відрізняються. Якщо розглянути детально то до основних параметрів лазерних сканерів можна зарахувати: точність вимірювання кутів та віддалей, швидкість сканування, діапазон сканування, поле зору у вертикальній та горизонтальній площинах, передавання даних та обробка отриманих результатів.

У більшості моделей сканерів використовують імпульсний лазерний віддалемір та конструкцію з двома рухомими дзеркалами для зміщення променя у вертикальній та горизонтальній площинах.

Точність вимірювання кутів та ліній є одним із найважливіших параметрів під час оцінки лазерного сканера. За цим параметром лазерні сканери переважно залежать від точності роботи серводвигунів, які переміщують дзеркала, забезпечуючи точність скерування лазерного променя на об'єкт. Якщо точність вимірювання задається великою, то швидкість сканування знижується і навпаки.

Швидкість сканування є важливим параметром, оскільки впливає на час та обсяги роботи. Сьогодні сканери можуть досягати швидкості до 500000 пунктів/с, крім того, цей параметр можна регулювати залежно від потреби.

Наступним, не менш важливим параметром, є відстань сканування, яка також впливає на терміни виконання роботи і залежить насамперед від поверхні, на яку здійснюється вимірювання, тобто від відношення інтенсивності відбитого сигналу до вихідного - так званого альбедо. Чим темніша поверхня, тим меншою буде інтенсивність відбитого сигналу, і відповідно меншою буде і відстань сканування. Тому варто звертати увагу, за якого альбедо були отримані заявлені максимальні віддалі вимірювання.

3-D лазерні сканери можна додатково класифікувати за принципом ведення вимірювань на імпульсні та фазові.

- Імпульсні сканери мають перевагу щодо далекості вимірювань.
- Фазові сканери мають перевагу у швидкості (на порядок), але втрачають точність зі зростанням віддалі до об'єкта, тому зазвичай застосовуються для знімання інтер'єрів або замкнутих просторів (тунелів, печер тощо).

Ще одним важливим параметром класифікації сканерів є сфера їх застосування:

- Фасадні сканери мають перевагу в далекості і швидкості вимірювань, але мають обмежену зону сканування. Основна сфера застосування фасадних 3D сканерів - знімання відкритих ділянок місцевості і зовнішньої поверхні великомасштабних об'єктів (фасадів будівель і споруд), яка виконується зазвичай з декількох станцій.

Інтер'єрні сканери мають максимально широку зону сканування, але поступаються за далекістю вимірювань, тому зазвичай застосовуються для знімання інтер'єрів або невеликих замкнутих просторів (тунелів, печер тощо).



Trimble GX



Topcon GLS-1000



Leica ScanStation C10

Рис. 15. Зовнішній вигляд деяких моделей лазерних сканерів  
 При виконанні лазерного сканування використано данні з мобільного лазерного сканеру **Leica Pegasus:Two**



Рис.16 Мобільний лазерний сканер

Leica Pegasus: Two - це повне мобільне картографічне рішення, що представляє собою інтегровану апаратну платформу, яка включає в себе камери, сканер і інтерфейс для підключення додаткових пристроїв. Це рішення об'єднує дані лазерного сканування (хмари точок) з еталонними фотозображеннями і гарантує, що знятими будуть всі навколишні об'єкти.

Таб.12

Швидкість сканування	1 млн.точ./сек.
Точність	2 см (в плані) 1.5 см (по висоті)
Поле зору (гор/верт)	360° x 270°
Габарити Маса	60 x 76 x 68 см 51 кг (без кейса)



Рис.16 Технічні характеристики скануючої системи

Програмне забезпечення при використанні технології HDS відіграє надзвичайно важливу роль, оскільки саме воно забезпечує керування процесом сканування та опрацювання його результатів. Саме програмне забезпечення визначає можливості та обмеження під час роботи з хмарами точок. Головними принциповими особливостями програм для лазерного сканування є можливість працювати з дуже великим обсягом даних і наявність розвинених функцій тривимірного моделювання, до яких входять функції, що дають змогу користувачеві без застосування додаткового обладнання створювати 3D моделі складних поверхонь або окремих їх елементів, отримувати креслення перерізів або сканованого об'єкта загалом.

Сьогодні існує безліч програмних продуктів, за допомогою яких керують системою сканування. Одним з найкращих програмних комплексів вважається продукт Leica Cyclone™, що містить у собі всі інструменти, необхідні для виконання повного циклу робіт в інженерії, геодезії та будівництві з використанням обладнання Leica Geosystems.

Leica Pegasus: Two - це повне мобільне картографічне рішення, що представляє собою інтегровану апаратну платформу, яка включає в себе камери, сканер і інтерфейс для підключення додаткових пристроїв. Це рішення об'єднує дані лазерного сканування (хмари точок) з еталонними фотозображеннями і гарантує, що знятими будуть всі навколишні об'єкти!

Переваги мобільного рішення

Сканируюча система Leica Pegasus: Two дозволяє по-новому поглянути на рішення звичних задач. Концепція мультисенсорної платформи, має на увазі, що систему можна доповнювати різними пристроями, наприклад, інфрачервоними камерами для визначення місць витoku тепла або додатковими камерами для аналізу стану дорожнього покриття. Встановивши

сенсори забруднення повітря можна виконувати екологічний аналіз території, а підключивши георадар можна визначити розташування підземних комунікацій. Таким чином, виїжджаючи на об'єкт всього один раз, ми відразу отримуємо абсолютно всю інформацію.

Отримання даних в реальному часі з геодезичної точністю відкриває нові можливості для бізнесу та дозволяє оперативно виконувати масштабні проекти. Це, в свою чергу, дозволить урізноманітнити сферу діяльності і збільшити оборот.

Перетворення з фотограмметричних і лазерних хмар точок цифрової моделі місцевості (ЦММ) інженерного призначення є трудомісткою рутинної завданням. Автоматизація цього процесу дозволяє істотно скоротити часові витрати на обробку фотограмметричних і лазерних хмар точок.

Існує багато програм для вирішення завдань лазерного сканування. Проте, КРЕДО 3D Скан має істотні переваги перед іншими:

1. завантаження / розвантаження хмар точок в форматах: LAS, LAZ, текстових файлів з налаштуванням формату;
2. відображення хмар точок в тривимірному вигляді (3D), на площині (2D) і в вертикальних перетинах;
3. завантаження і відображення репозиціонувати фотозображень в форматах Riegl, Leica Pegasus, АГМ-МС, СНС Alpha 3D, kml спільно з хмарию точок;
4. робота з цілою хмарию, обраної областю або окремими його шарами;
5. виміру по хмарах точок в плані, в 3D, в поперечних розрізах;
6. фільтрація хмари точок по порогу різних значень, вимірних або розрахованих;
7. розрахунок нормалей для точок хмари;
8. розрахунок висоти над рельєфом для точок хмари;
9. фільтрація різних видів шумів в хмарі точок;
10. виділення (класифікація) рельєфу;
11. створення матриць висот по хмарах точок;
12. адаптивне проріджування хмари точок і побудова цифрової моделі рельєфу (ЦМР);
13. розпізнавання точкових і лінійних об'єктів ситуації і створення по ним топографічних об'єктів в тривимірному вигляді (3D), на площині (2D), в вертикальних перетинах;
14. автоматичний пошук ліній електропередачі (стовпи і дроти) по хмарі точок з подальшою інтерактивною перевіркою результатів;
15. автоматичний пошук дорожніх знаків по фотозображення з геопросторової прив'язкою з наступною локалізацією положення знаків по хмарі точок і інтерактивною перевіркою результатів;
16. створення світлофорів з динамічними властивостями (додаткові секції, стрілки) по хмарі точок;
17. можливість автоматичного розпізнавання по хмарі точок об'єктів дорожньої інфраструктури: розмітки, бровок і підшов земляного

- полотна, кромки покриття, бордюрів, стовпів дорожніх знаків, сигнальних стовпчиків;
18. створення растрових зображень по хмарах точок;
  19. інтерактивне розпізнавання лінійних об'єктів по растрів, отриманим з хмар точок та ортофотопланів;
  20. імпорт і візуалізація 3D моделей в форматі IFC і в популярних форматах.
  21. Вимірювання відстаней між вузлами і ребрами 3D моделей і хмарами точок, ТО в 3D вікні;
  22. розрахунок обсягів по хмарах точок;
  23. створення і редагування топографічних об'єктів для підготовки топографічних планів при виконанні невеликих проектів;
  24. створення, редагування і експорт в DXF / DWG креслень перетинів хмари точок;
  25. експорт даних цифрової моделі місцевості (ЦММ) або цифрової моделі рельєфу (ЦМР) в форматах: DXF, DWG, ТороXML (LandXML), MIF / MID і текстових файлів з налаштуванням формату;
  26. експорт елементів організації дорожнього руху в форматі ТороXML.
- Зважаючи на ці фактори програмний продукт КРЕДО 3Д СКАН є ідеальний варіант при проведенні камеральної обробки даних лазерного сканування

РОЗДІЛ 3  
 ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ДЛЯ  
 ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Сорока В.Р.			“ Використання методів мобільного сканування при проведення інвентаризації доріг”	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Нестеренко О. В						
Зав. каф.		Карпінський Ю. О				КНУБА, група ГІСТ-41		

## РОЗДІЛ 3 ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ДЛЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

### 3.1 ОБРАННЯ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ

Для обробки та подальшого моделювання було обрано програмний продукт КРЕДО 3Д СКАН. Оскільки даний програмний комплекс має суттєві переваги над конкурентами, а саме Bentley Microstation, Autodesk Civil 3D, іншими. Оскільки автоматично моделює дорожні знаки, бровки. Автоматично розпізнає опори ЛЕП та кабелі, Пішохідні переходи та розмітку. Зважаючи на ці фактори, саме цей продукт незамінний при проведенні інвентаризації доріг та дорожньої інфраструктури за допомогою методів наземного лазерного сканування.

Робота в програмі починається зі збору вихідних даних. Інформація по хмарі точок може бути отримана в різних форматах: програмою підтримуються формати LAS, LAZ, також можливий імпорт хмар точок з текстових файлів з налаштуванням формату. Сценарій імпорту хмар точок дозволяє максимально гнучко і зручно переглянути інформацію про імпортовані хмарах, виправити помилки габаритів хмари, правильно інтерпретувати координати (рис. 1). Крім того, можна завантажувати фотозображення і панорами з геопросторовою прив'язкою на область, яку займає хмара точок. Фотозображення можна переглядати в окремому вікні (вікно фотозображень повністю синхронізовано з камерою 3D-вікна) або в режимі поєднаного перегляду в 3D-вікні. При роботі в плані і 3D можливий вибір певної фотографії, для визначення характеристик об'єкта при відображенні ситуації.

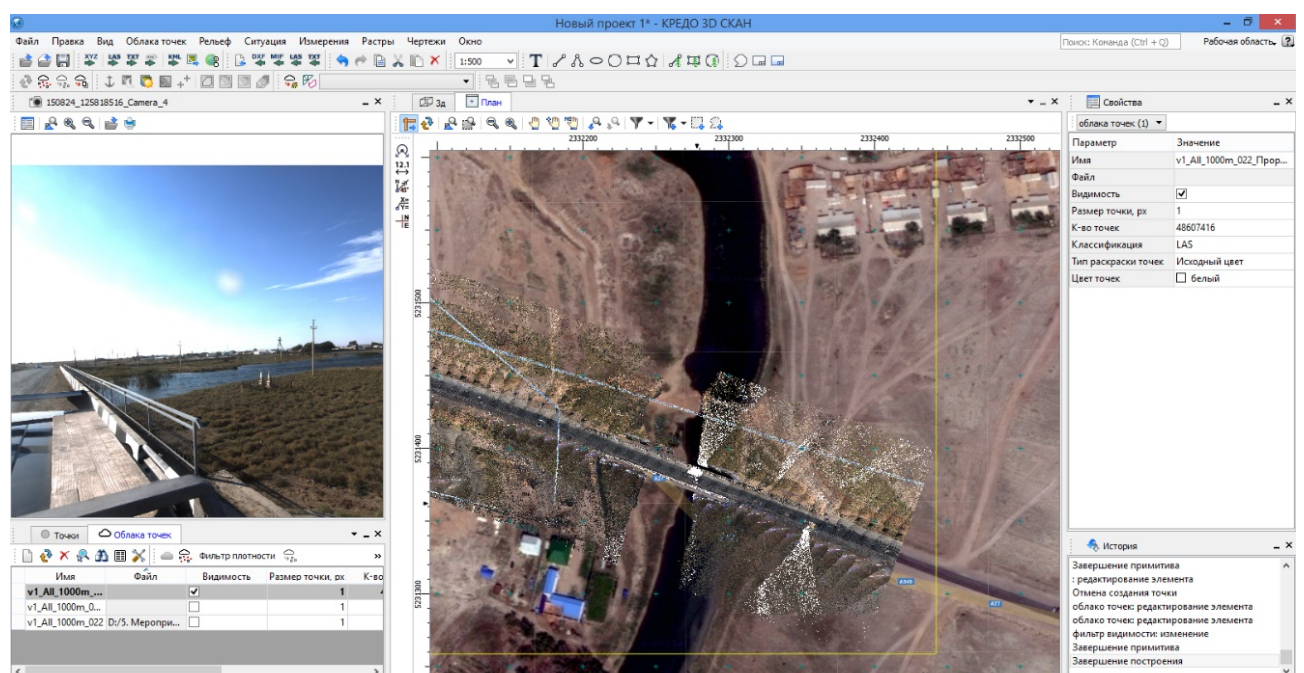


Рис.17 Хмара точок та фотографія з геоприв'язкою

В програмі КРЕДО 3D СКАН підтримується робота з растровими картами, планами, аерофотознімків в різних форматах (CRF, BMP, TIFF, JPEG, PNG, TMD і т . Д.), з веб-картами картографічних Інтернет-сервісів Google Maps і Bing, також можливе додавання призначених для користувача файлових серверів (рис.). При необхідності до накладеному зображенню картографічного сервісу може бути застосована додаткова трансформація для усунення локальної неузгодженості глобальної і регіональної систем. Перед імпортом даних в програму КРЕДО 3D СКАН можна задати всі налаштування проекту в режимі одного вікна. Ви можете налаштовувати параметрів класифікатора топографічних об'єктів, вибір системи координат, вибір варіанту відображення об'єктів на площині і одиниць вимірювання. У програмі є можливість імпортувати системи координат з бази даних EPSG, для зручності пошуку об'єктів в базі реалізований графічний інтерфейс.

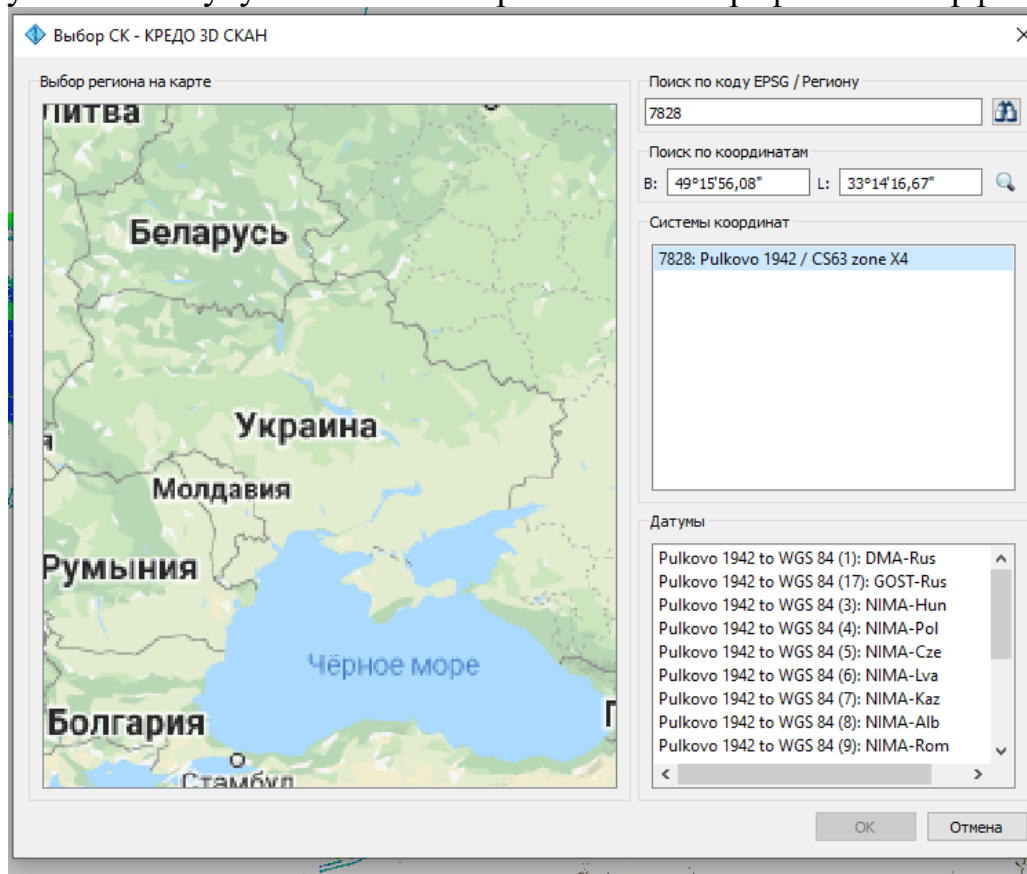
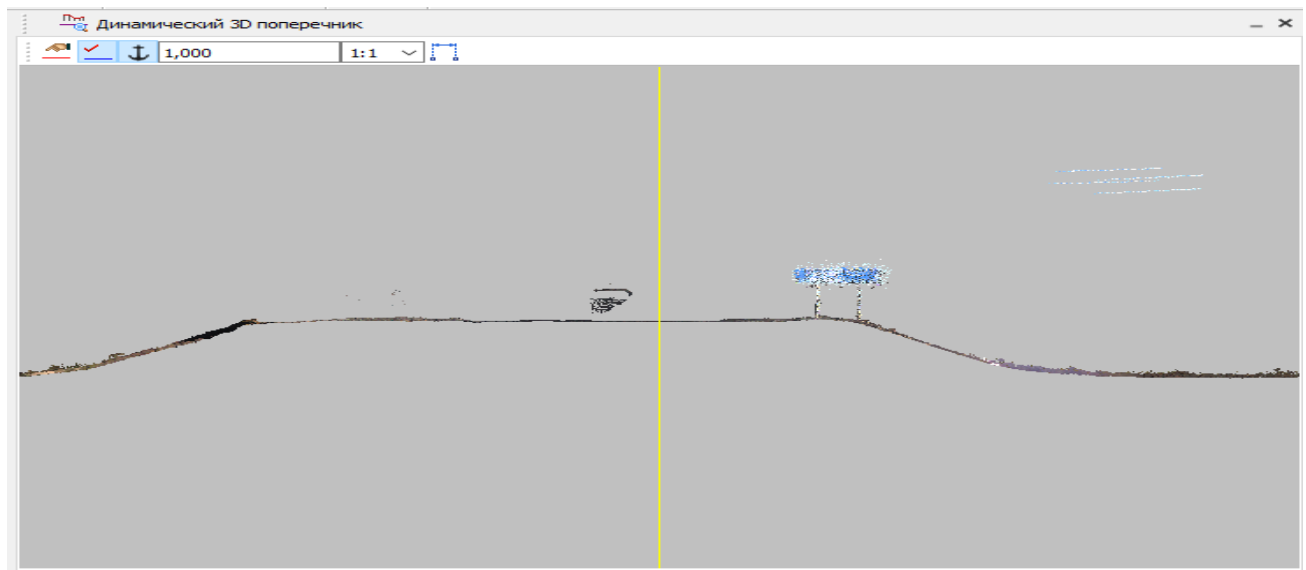


Рис 18 Вибір системи координат

Після імпорту хмари точок відображається в двомірному вигляді у вікні План, де на площині можна оцінити завантажені дані. Для зручної роботи з тривимірним хмарою в вікні План є можливість відображення динамічного діаметра, що будує розріз 3D виду (включаючи хмари точок, матриці висот, які відображаються в 3D об'єкти). Вікно відображає діаметр по нормалі до заданої лінії під курсором у вікні план (рис.)



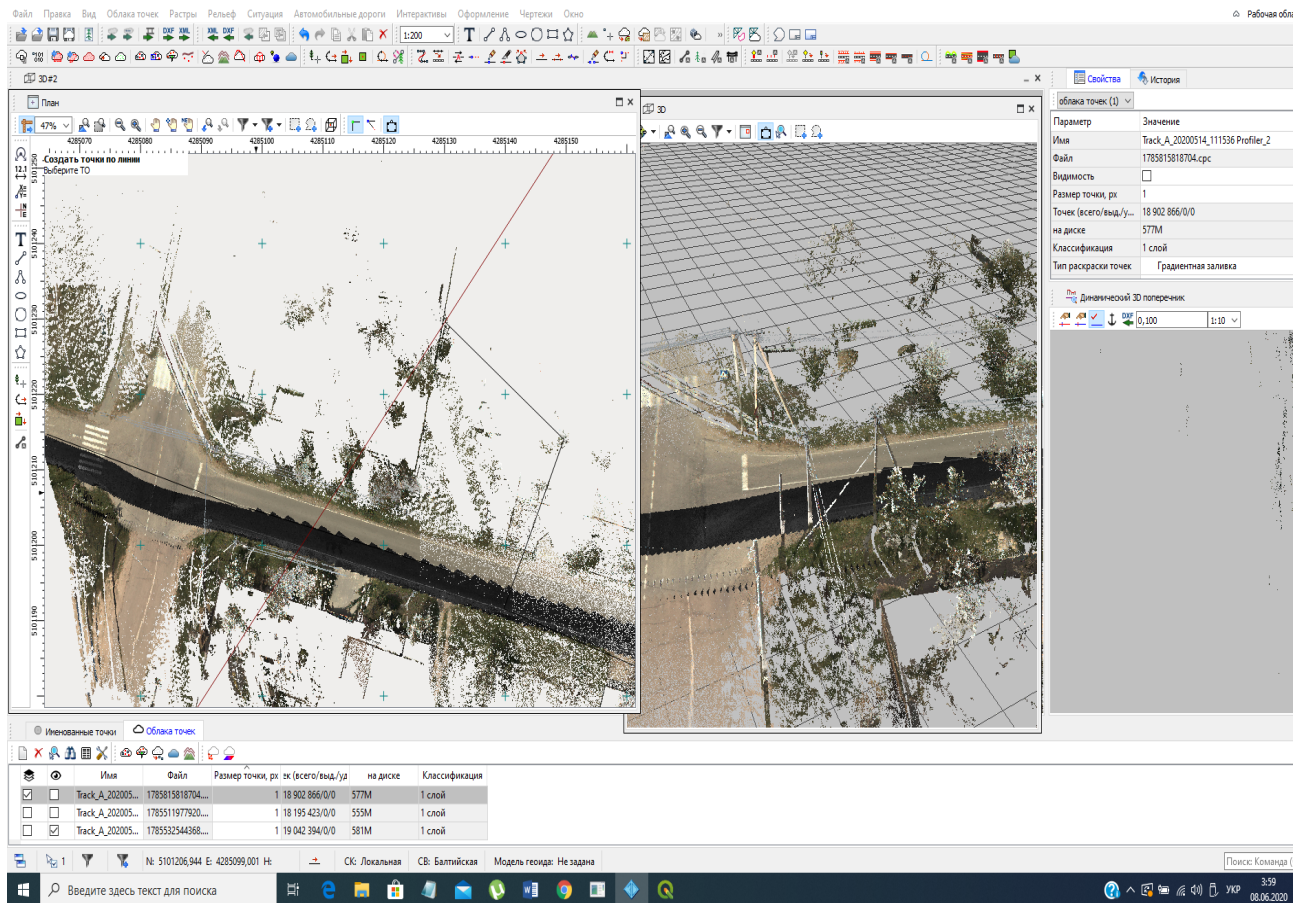


Рис.19 Вид в плані в 3Д та динамічний поперечник на перехресті

Також поперечник можна побудувати, явно вказавши лінію перетину у вікні План. Поточний поперечник можна заблокувати, що дозволяє виконувати вимірювання, створювати і редагувати точкові і лінійні об'єкти у вікні, включаючи лінії, які перетинають поперечник. Також можливо розпізнавання ліній по хмарі в поперечнику і експорт отриманого креслення в dxf / dwg. При необхідності можна налаштувати ширину перетину і вертикальний масштаб. Для повноти сприйняття і зручності можна перейти до тривимірного виду в 3D-вікні і продовжити роботу

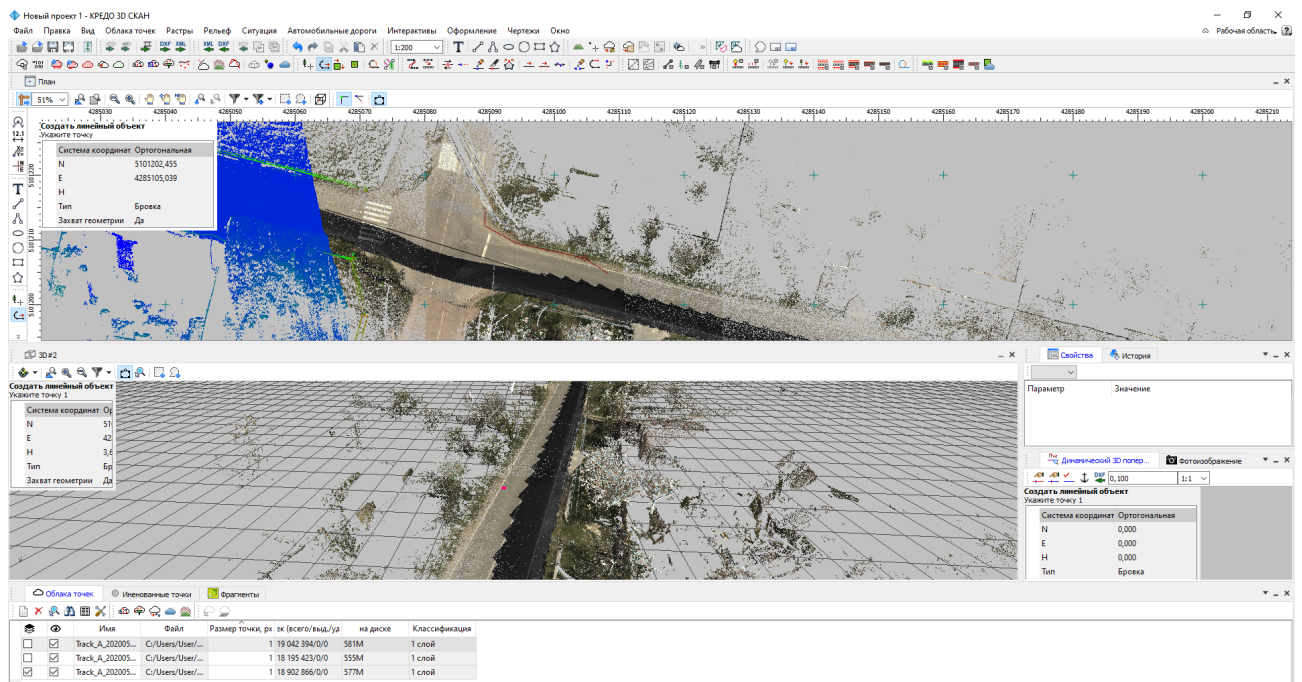


Рис. 20 Робота одночасно в 2 вікнах План та 3Д

Створення об'єкта можна проводити одночасно у вікні План і 3D, продовжуючи розпочату лінію в тій виставі, в якому отрисовка зручніша. Це істотно спрощує отрисовку складних лінійних і майданних об'єктів. Після вибору в хмарі точок об'єкта ситуації відкривається класифікатор топографічних об'єктів, в якому вибирається потрібний об'єкт. Потім він відображається і в 3D-вікні, і в Плані. Об'єкти, які створюються в Плані при наявності заданої моделі рельєфу, отримують позначки профілю з моделі. В якості моделі рельєфу може використовуватися хмара точок з відфільтрованими нерельєфна точками чи класифікаційний шар хмари, що містить рельєфні точки, триангуляційна поверхню або матриця висот.

При необхідності тонкої фільтрації твердих поверхонь (наприклад, проїжджої частини) можна виконати додаткову фільтрацію рельєфу для таких ділянок пороговим фільтром за коефіцієнтом нерельєфна з попереднім переглядом результату.

Що залишилися після автоматичної класифікації артефакти, які не відносяться до рельєфу, можуть бути усунені вручну (видаленням окремих точок і груп точок). Також можна розрахувати нормалі і виконати фільтрацію за значенням ухилу, усуваючи некоректно класифіковані вертикальні об'єкти по краях хмари або в складних міських умовах.

Працюючи з моделлю рельєфу, можна створити матрицю висот по рельєфному хмарі точок (по шару рельєф хмари точок), при необхідності її інтерполювати. Матриці висот можна використовувати в якості ефективної моделі рельєфу або для оцінки якості виділеного рельєфу.

Провести проріджування отриманого хмари точок в залежності від вимог до цифрової моделі рельєфу (максимальна відстань між точками на плоских ділянках, мінімальний відображається розмір мікроформ рельєфу). В

результаті буде створено хмара, що містить число точок, порівнянне з числом пікетів при інструментальній топографічній зйомки.

За зрідженим (каркасних) точкам хмари побудувати поверхню. При необхідності, налаштувати параметри відображення цифрової моделі рельєфу (крок горизонталей, підписи і т. П.).

При необхідності можна використовувати точки, отримані традиційними видами зйомок для аналізу якості сканування і виділення рельєфу, коригування моделі. Точки можуть бути проімпортовані в модель, при цьому вони будуть відображатися у вікні План, в таблиці Іменовані точки, а також в 3D-вікні. Спільний перегляд хмари точок і імпортованих точок зйомки в 3D дозволяє швидко і зручно оцінити придатність хмари для моделювання рельєфу. Імпортовані (і створені в програмі) модельні точки використовуються алгоритмами виділення рельєфу в якості опорних точок, гарантовано є рельєфними. При імпорті точок враховуються коди і команди польового кодування і створюються відповідні ТО.

Програма дозволяє швидко і ефективно створювати структурні лінії по бровкам. Для бровок і підшов земляного полотна дороги при наявності чіткої лінії перегину рельєфу структурна лінія може бути розпізнана автоматично. Для інших випадків програма надає зручні інструменти, що істотно підвищують швидкість роботи і якість результату при ручному створенні структурних ліній. Для чіткої візуалізації областей з ухилом можна розрахувати розмальовку області по градієнту ухилу. Матриця висот, створена за хмари точок, дозволяє чітко побачити особливості рельєфу в 3D. А динамічно перебудовується по положенню курсору в Плані діаметр дає можливість при малюванні ліній в плані точно позиціонувати їх в характерні місця перегину.

Для зручності роботи в 3D-вікні можна скористатися паралельно відкритим вікном з фотозображенням, тобто завантажити прив'язане фотозображення на область, яка покриває хмара точок

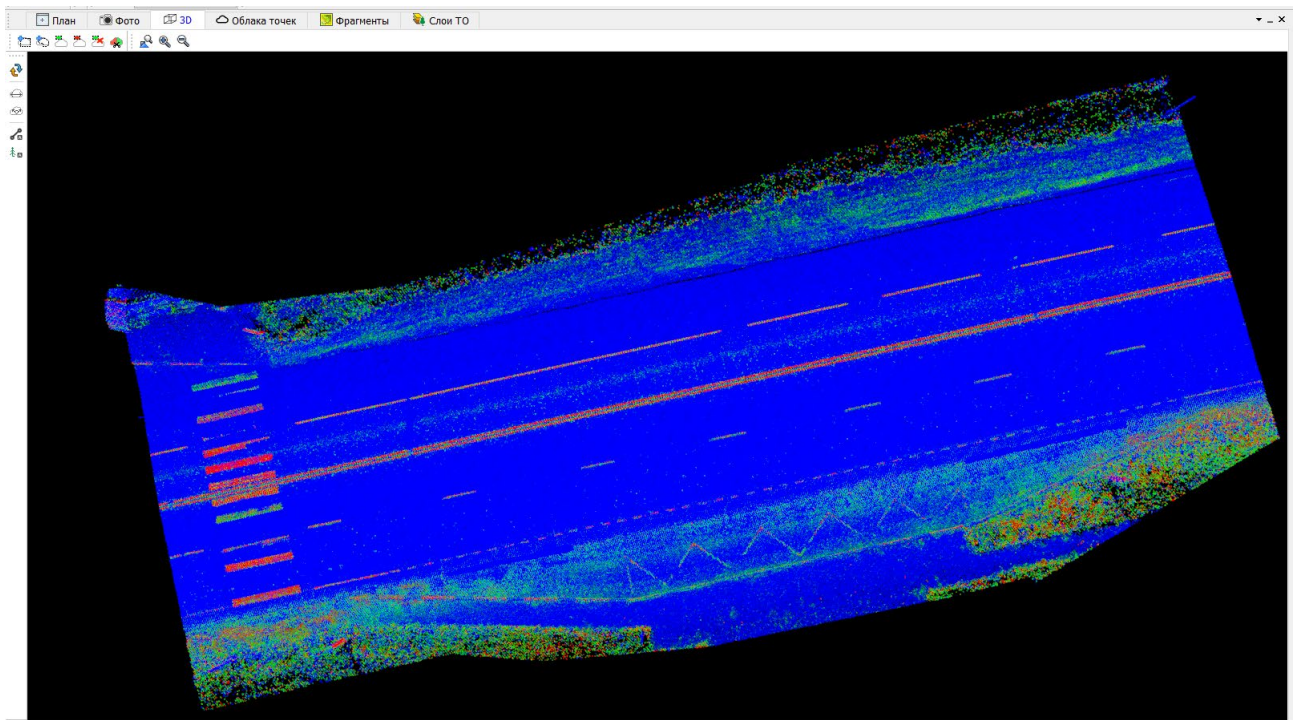


Рис 21 Розпізнання елементів дорожньої інфраструктури

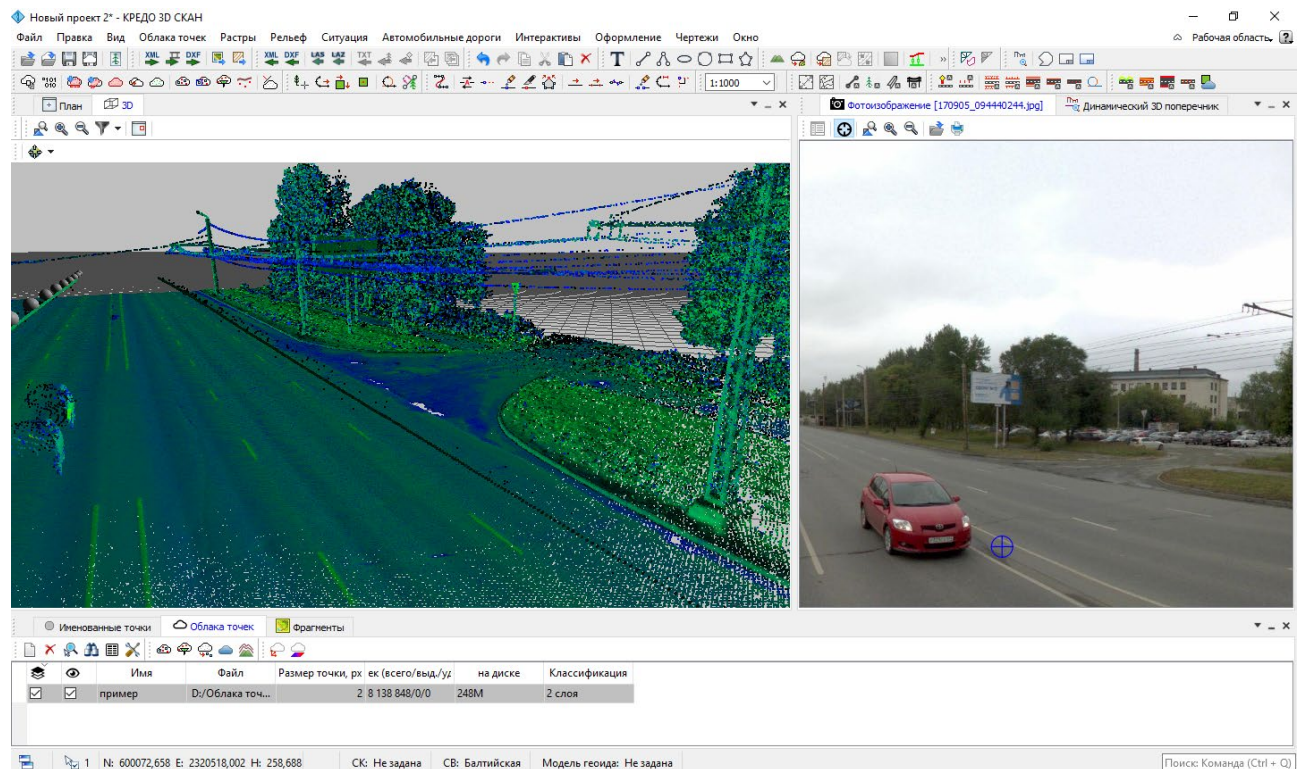


Рис 22 Уточнення за допомогою знімків

Програма дозволяє розпізнавати та класифікувати по ГОСТ Р 52290-2004 дорожні знаки. Пошук проводиться по фотозображення, отриманим під час сканування з використанням каскадного детектора. Знайдені області проходять класифікацію нейронною мережею. Отримані таким чином положення дорожніх знаків на фото використовуються для локалізації площин знаків по хмарі точок. Весь процес відбувається в автоматичному

режимі, після закінчення запускається інтерактив валідації результатів розпізнавання знаків з можливістю коригування класу знака, його положення або додавання пропущених знаків. Якщо при виконанні сканування не було перешкод, що створюють «тіні» в хмарі точок, а фотографування проводилося з частотою близько 1 фото на 10 метрів траєкторії, в автоматичному режимі може бути знайдено до 100% дорожніх знаків. У поточній версії програми розпізнаються всі класи знаків, крім покажчиків (5.23.1-5.26, 6.9.1 - 6.21.2) і табличок (8.1.1 - 8.24).

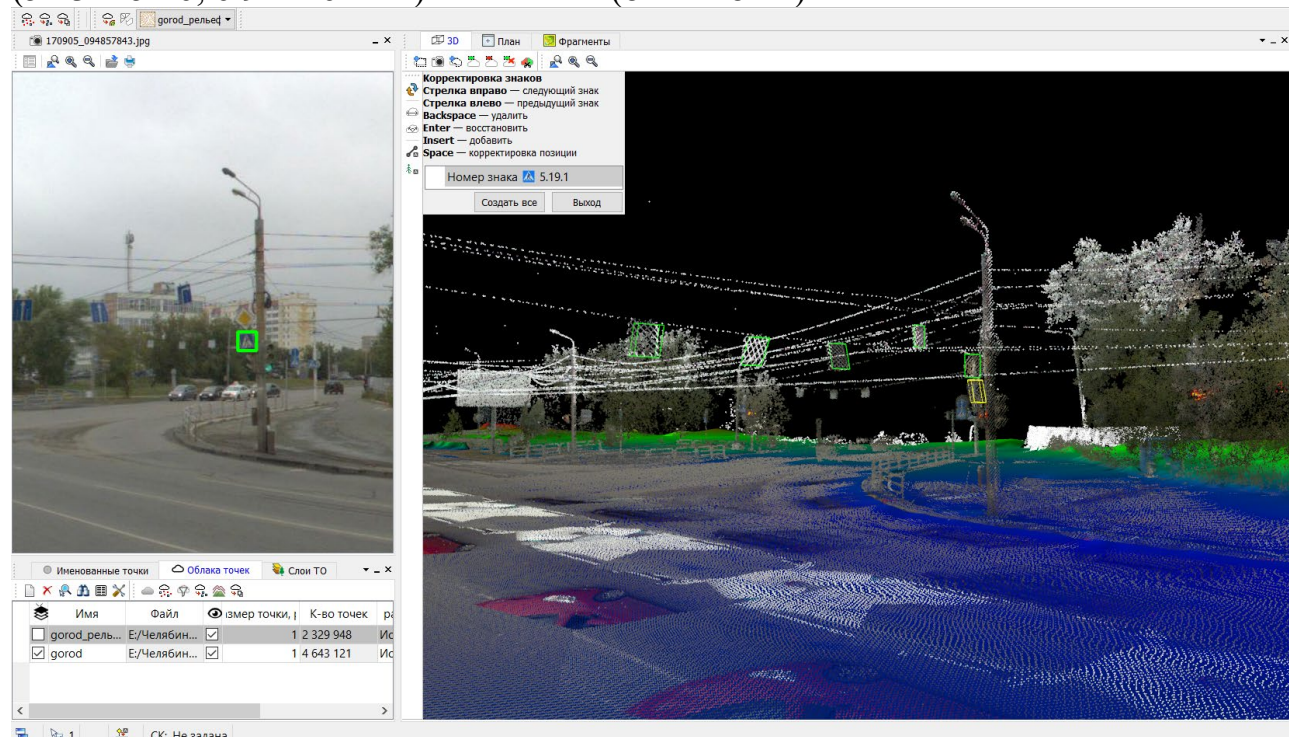


Рис. 23 Розпізнання дорожніх знаків

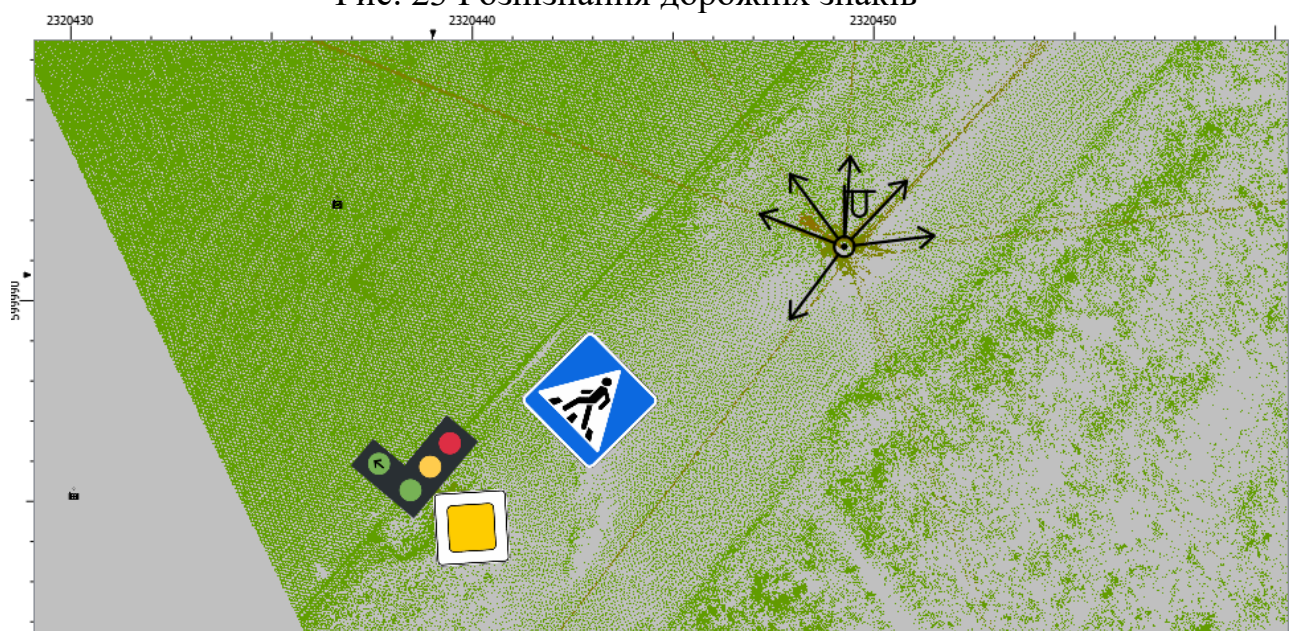


Рис. 24 Результат розпізнання точок на класифікованій хмарі

Невід'ємною частиною роботи на будь-якому об'єкті є підготовка креслень. Вони можуть знадобитися як у вигляді звітних документів, так і для вирішення інших завдань. Вибирається область, що покривається кресленням

довільної конфігурації або з заданим розміром листа. Після цього креслення відправляється на друк або зберігається в файлі потрібного формату.

Результати обробки даних хмар точок можна експортувати в файли наступних форматів: DXF, MIF / MID, LAS, LAZ, ТороXML (LandXML), а також різних растрових форматах.

Після оцифрування хмари точок потрібно внести данні до паспорту спочатку заповнюється додаток 3 з Інструкції з проведення технічної інвентаризації та паспортизації об'єктів благоустрою населених пунктів, а саме абрис

Додаток 3 до Інструкції з проведення технічної інвентаризації та паспортизації об'єктів благоустрою населених пунктів
---

### АБРИС (ЕСКІЗ)

об'єкта благоустрою \_\_\_\_\_ дорога по вул Кітнева \_\_\_\_\_

адреса \_Місто. Вул. Квітнева\_\_\_\_\_

власник \_\_\_\_\_ Комунальна власність \_\_\_\_\_

правовстановлювальний документ \_\_\_\_\_

### Перелік об'єктів нерухомого майна

№ з/п	Найменування	Власник (балансоутримувач)	Дата проведення останньої інвентаризації	Номер інвентаризаційної справи	Місце зберігання інвентаризаційної справи	Наявність технічного паспорта
1	Житлові будинки квартирного типу різної поверховості, гуртожитки	ОСББ	1.01.2015	ІН-11111	ЖКХ	Наявний
2	Житлові будинки садибного типу, розташовані на окремих земельних ділянках	Приватна власність	1.01.2015	ІН-22222	ЖКХ	Наявний
3	Будинки і споруди громадського призначення	-	-	-	-	-

4	Будинки і споруди виробничого призначення	-	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---

### Перелік елементів благоустрою

№ з/п	Найменування	Власник (балансоутримувач)	Дата проведення останньої інвентаризації	Номер інвентаризаційної справи	Місце зберігання інвентаризаційної справи	Наявність технічного паспорта (паспорта)	Технічний стан (у разі відсутності даних щодо проведеної інвентаризації)
1	Покриття площ, вулиць, доріг, проїздів, алей, бульварів, тротуарів, пішохідних зон і доріжок відповідно до чинних норм і стандартів	ДП Укравтодор	1.01.2015	ІН-33333	ДП Укравтодор	Наявний	Задовільний
2	Зелені насадження	Комунальна власність	1.01.2015	ІН-4444	ЖКХ	Наявний	-
3	Будівлі та споруди системи збирання і вивезення відходів	-	-	-	-	-	-
4	Засоби та обладнання зовнішнього освітлення та зовнішньої реклами	ТОВ БігБорд	1.01.2015	ІН-55555	-	-	-
5	Технічні засоби регулювання дорожнього руху	-	-	-	-	-	-
6	Будівлі та споруди системи інженерного захисту території	-	-	-	-	-	-

7	Комплекси та об'єкти монументального мистецтва	-	-	-	-	-	-
8	Обладнання (елементи) дитячих, спортивних та інших майданчиків	-	-	-	-	-	-
9	Малі архітектурні форми	ТОВ МАФ	15.06.2020	-	-	ЖКХ	-
10	Інші елементи благоустрою, визначені нормативно-правовими актами	-	-	-	-	-	-

### Перелік інженерних мереж

№ з/п	Найменування	Власник (балансоутримувач)	Дата проведення останньої інвентаризації об'єкта нерухомого майна, до якого підведені інженерні мережі	Номер інвентаризаційної справи об'єкта нерухомого майна, до якого підведені інженерні мережі	Місце зберігання інвентаризаційної справи об'єкта нерухомого майна, до якого підведені інженерні мережі	Наявність технічного паспорта
1	Мережі водопостачання	Водоканал	15.06.2018	ІН-1011	Водоканал	Наявний
2	Мережі водовідведення	Водоканал	15.06.2018	ІН-1012	Водоканал	Наявний
3	Мережі теплопостачання	Водоканал	15.06.2018	ІН-1013	Водоканал	Наявний
4	Мережі електропостачання	РЕС	17.03.2015	ІН-1014	Водоканал	Наявний
5	Мережі телекомунікацій	АТРАКОМ	15.06.2020	ІН-1015	АТРАКОМ	Наявний
6	Інші мережі	-	-	-	-	-

Далі вноситься дані з інвентаризаційної справи. Для уточнення стану об'єкта на момент останньої інвентаризації. Ці данні отримують від особи власника даної мережі.

Та відповідно до додатку 5 заповнюється паспорт об'єкту інвентаризації

Додаток 5  
до Інструкції з проведення  
технічної інвентаризації  
та паспортизації об'єктів  
благоустрою населених пунктів

### ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ

на об'єкт благоустрою \_\_\_\_\_ дорога по вул Кітнева \_\_\_\_\_

адреса:

місто (селище, село) \_\_\_\_\_ Місто \_\_\_\_\_

район \_\_\_\_\_ Район \_\_\_\_\_

область \_\_\_\_\_ Область \_\_\_\_\_

інвентаризаційна справа № \_\_\_\_\_ ІН-1448 \_\_\_\_\_

дата останньої інвентаризації \_\_\_\_\_ 1.01.2008 \_\_\_\_\_

власник об'єкта благоустрою \_\_\_\_\_ ДП Укравтодор \_\_\_\_\_

реквізити власника об'єкта благоустрою \_\_\_\_\_ ДП Укравтодор \_\_\_\_\_

Схематичний план об'єкта благоустрою  
Масштаб \_\_\_\_\_

### ЕКСПЛІКАЦІЯ

Ділянка об'єкта благоустрою (літера)	Розміри у плані, м		Площа, м <sup>2</sup>	Об'єкти нерухомості			Елементи благоустрою				Інженерні мережі			
	довжина	ширина		перелік об'єктів нерухомого майна	тип об'єктів нерухомого майна	№ інвентаризаційної справи	перелік елементів благоустрою	тип елементів благоустрою	№ інвентаризаційної справи	наявність технічного паспорта	перелік елементів благоустрою	тип елементів благоустрою	№ інвентаризаційної справи	наявність технічного паспорта
1	0,7	0,15	0,10	30	КЖ	0000	1	Газон	0001	Є	4		11111	Є

2	1,1	0,3	0,33	12 23	КЖ КН	0001	2	Газон	0002	€	4		11112	€
3	1,5	0,5	0,75	32	КЖ	0002	2	Велод оріжка	0003	€	4		11113	€
4	1,0	0,5	0,5	27	КЖ КН	0003	2	Газон	0004	€	4		11114	€
Разом за об'єкт ом благоу строю			1,7	124			7				16			

### ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

Програмний комплекс КРЕДО 3Д СКАН розроблений для роботи з хмарами точок лінійних об'єктів а саме дорогами, і є частиною програмного комплексу KREDO Dialogue. Програма дозволяє розпізнавати та класифікувати по ГОСТ Р 52290-2004 дорожні знаки. Пошук проводиться по фотозображенням, отриманим під час сканування з використанням каскадного детектора. Завдяки автоматичному розпізнанню краю дорожнього покриття , цифрування зводиться до редагування даних автоматичного розпізнання

Зважаючи на ці фактори програмний продукт КРЕДО 3Д СКАН є ідеальний варіант при проведенні камеральної обробки даних лазерного сканування.

Зазвичай геодезисти не займаються інвентаризацією , проте якщо замовник бажає, а геодезисти мають навички то виконання даного завдання не складає труднощів. Інвентаризація зелених насаджень на території населених пунктів проводиться відповідно до Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України, затвердженої наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 24 грудня 2001 року № 226, зареєстрованої у Міністерстві юстиції України 25 лютого 2002 року за № 182/6470. Дані інвентаризації долучаються до інвентаризаційної справи. [3]

На основі скоригованого графічного матеріалу з повною ситуацією і записів, зроблених на абрисі (в ескізі), даних зйомки та інших матеріалів складається інвентаризаційний план об'єкта благоустрою за зразком, наведеним у додатку 5 до цієї Інструкції.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.  
РОЗРАХУНОК КОШТОРИСУ РОБІТ

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Сорока В.Р.			“ Використання методів мобільного сканування при проведенні інвентаризації доріг”	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Нестеренко О. В						
Зав. каф.		Карпінський Ю. О				КНУБА, група ГІСТ-41		

#### 4.1 Розрахунок кошторису на створення топографічної основи методом лазерного сканування

Метою роботи є розробка кошторисної вартості.

Вихідними матеріалами є площа об'єкту сканування

Назва робіт. Площа території на якій виконуються роботи - 10 км<sup>2</sup>.

Отримання вихідних даних та завдання, аналіз нормативно-правового забезпечення, формування вимог до кінцевого результату.

Планування знімання, оновлення геодезичної основи, безпосередньо знімання, створення ортофотоплану місцевості за результатами знімання, векторизація ортофотоплану, отримання робочих матеріалів.

Для успішного виконання робіт потрібно створити топографічний план (з виконанням усіх потрібних для цього робіт).

Регламентуючими документами є : ЗУ "Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність" - про загальні положення, державне управління в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності, види і умови здійснення топографо-геодезичної і картографічної діяльності, охорона геодезичних пунктів, державний геодезичний нагляд та відповідальність за порушення законодавства у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності, міжнародне співробітництво у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності, прикінцеві положення. Також важливим документом є "Про затвердження Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500".

Фізико-географічні властивості.

Більша частини області що знімається зайнята горбистими рівнинами з численними виходами скельних порід і розгалуженою озерно-річковою мережею.

Економічні властивості. Розвиненої дорожньої мережі, Більшість доріг знаходиться в місті пересування із-за цього є утрудненим. Існує декілька невеликих портів\причалів. Важливих підприємств на території, що знімається Водоканал, Облгаз та інші.

Щільність і конфігурація забудови. Ділянка характеризується високим рівнем забудови.

Рельєф місцевості. Горбистий - різкі перепади висот. Круті схили, що сходять до водних об'єктів.

Найменування організації-замовника \_\_\_\_\_

Найменування  
проектної організації  
- генерального  
проектувальника \_\_\_\_\_

## ДОГОВІРНА ЦІНА

на виконання проектно-  
вишукувальних робіт  
ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ  
ДОРОГИ Р-100

(найменування об'єкта будівництва,  
черги будівництва)

що  
здійснюють  
ся в 20\_році  
Вид  
договірної  
ціни:  
динамічна  
Визначена згідно із  
ДСТУ Б Д.1.1-7:2013  
Складена "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_р.

Чергов е число	Стадія проектування і перелік виконуваних робіт	№№ кошторисів, розрахункі в	Повна вартість робіт, грн			
			вишуку- вальних	проект - них	додат- кових*	всього
1	2	3	4	5	6	7
Кошториси за формою 2-П (геодезичні)						
1	ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ДОРОГИ Р-100	1	1 391 448,30			
2	Всього за кошторисами форми 2-П		1 391 448,30			1 391 448,30
Кошториси за формою 3-П (показник кошторисної вартості, проектний)						
3	ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ДОРОГИ Р-100	2		44 550,00		
4	Всього за кошторисами форми 3-П			44 550,00		44 550,00
				Разом за договірною ціною		1 435 998,30
				ПДВ 20% ( 1 435 998,3 ) * 0,2		287 199,66
				Всього за договірною ціною		1 723 197,96

\* Враховуються у разі, якщо ці роботи виконуються за дорученням замовника

Табл.13 Зведений Кошторис

Ч.ч.	Стадія проектування і перелік виконуваних робіт	Найменування об'єкта будівництва або виду робіт	№ кошторисів	Повна вартість робіт, тис.грн.		
				вишукувальних	проектних	всього
1	2	3	4	5	6	7
1	Передпроектні роботи	ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ДОРОГИ Р-100	1	1 391,44830		1 391,44830
2	Робочий проект	ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ДОРОГИ Р-100	2		44,55000	44,55000
	Разом			1 391,44830	44,55000	1 435,99830
	ПДВ 20%	( 1 435 998,3 ) * 0,2				287,19966
	Всього з урахуванням ПДВ					1 723,19796

## КОШТОРИС № 1

на вишукувальні роботи

## ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ

## ДОРОГИ Р-100

(найменування об'єкта будівництва, стадії проектування, виду проектних або вишукувальних робіт)

Найменування проектної  
(вишукувальної) організації:

Ч.ч.	Характеристика об'єкта будівництва або виду робіт	Назва документу обґрунтуваннята №№ частин, глав, таблиць, пунктів	Розрахунок вартості	Вартість, грн
1	2	3	4	5
	Розділ №1 - Польові роботи	Розділ №1		
1	Рекогносцировка пунктів, триангуляція, трилатерація: 4 класу (Категорія складності V) Розрахунковий показник: 16 (1 пункт)	ЗЦВР-82 зі змін. 90р. Частина 1 табл. 1-8 п.1-5 Ц=38,00; Розр.показ.: X=16 Поправки: П1=1,15 (ЗЦВР-82 (з доп. від 1990 р.), загальні вказівки, п.15) Коефіцієнти: К1=1,21 (ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.1). К2=30,78 (Зм. №3 до ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.3.).	(Ц * X) * П1 * К1 * К2  (38,00 * 16,00) * 1,15 * 1,21 * 30,78	26 040,86
2	Виготовлення і закладання центрів	ЗЦВР-82 зі змін. 90р. Частина 1	(Ц * X) * К1 * К2	4 986,36

	геодезичних пунктів. Триангуляція, трилатерация, полігонометрія: 4 класу, тип центра - 1 г. р. Глибина закладання до 1,5 м (Категорія ґрунтів I)  Розрахунковий показник: 4 (1 центр)	табл. 1-12 п.1-1 Ц=27,00; Розр.показ.: X=4  Коефіцієнти:  К1=1,50 (ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.2). К2=30,78 (Зм. №3 до ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.3.).	(27,00 * 4,00) * 1,5 * 30,78	
3	Планово-висотна прив'язка і дешифрування аерознімків маршрутного аерофотознімання (Категорія складності V) Розрахунковий показник: 200 (1 км траси)	ЗЦВР-82 зі змін. 90р. Частина 1 табл. 1-47 п.1-5 Ц=59,00; Розр.показ.: X=200 Коефіцієнти: К1=1,50 (ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.2). К2=30,78 (Зм. №3 до ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.3.).	(Ц * X) * K1 * K2  (59,00 * 200,00) * 1,5 * 30,78	544 806,00
	Разом по розділу			575 833,22
	Розділ №2 - Камеральні роботи	Розділ №2		
4	Стереофотограмметричні роботи і виготовлення оригіналу плану в масштабі 1:2000, висота перерізу рельєфу 0,5 м (Категорія складності V) Розрахунковий показник:	ЗЦВР-82 зі змін. 90р. Частина 1 табл. 1-53 п.1-5  Ц=305,00; Розр.показ.: X=10 Коефіцієнти: К1=1,21 (ДСТУ Б Д.1.1-7:2013,	(Ц * X) * K1 * K2  (305,00 * 10,00) * 1,21 * 30,78	113 593,59

1	2	3	4	5
	10 (1 км <sup>2</sup> )	Додаток Ж, таблиця Ж.1). К2=30,78 (Зм. №3 до ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.3.).		
5	Картографічне викреслювання топографічних планів і карт із зарамковим оформленням у масштабі 1:2000, висота перерізу рельєфу 0,5 м (Категорія складності V) Розрахунковий показник: 50 (1 дм <sup>2</sup> плану)	ЗЦВР-82 зі змін. 90р. Частина 1 табл. 1-91 п.7-5 Ц=7,50; Розр.показ.: X=50 Коефіцієнти: К1=1,21 (ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.1). К2=30,78 (Зм. №3 до ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.3.).	(Ц * X) * K1 * K2 (7,50 * 50,00) * 1,21 * 30,78	13 966,43

6	Складання технічного звіту. Вартість вишукувань понад 20 до 50 тис. крб. Розрахунковий показник: 1 (1звіт)	ЗЦВР-82 зі змін. 90р. Частина 1 табл. 1-86 п.5-2 Ц=800,00; Розр.показ.: X=1 Коефіцієнти: К1=1,21 (ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.1). К2=30,78 (Зм. №3 до ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.3.).	(Ц * X) * К1 * К2 (800,00 * 1,00) * 1,21 * 30,78	29 795,04
7	Складання програми (проекту виконання) інженерно-геодезичних і гідрографічних вишукувань. Вартість вишукувань понад 20 до 50 тис. крб. Розрахунковий показник: 1 (1 програма)	ЗЦВР-82 зі змін. 90р. Частина 1 табл. 1-86 п.5-1 Ц=600,00; Розр.показ.: X=1 Коефіцієнти: К1=1,21 (ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.1). К2=30,78 (Зм. №3 до ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.3.).	(Ц * X) * К1 * К2 (600,00 * 1,00) * 1,21 * 30,78	22 346,28
8	Камеральне дешифрування матеріалів аерофотознімання: масштаб 1:2000 (Категорія складності V) Розрахунковий показник: 10 (1 км2)	ЗЦВР-82 зі змін. 90р. Частина 1 табл. 1-57 п.2-5 Ц=52,00; Розр.показ.: X=10 Коефіцієнти: К1=1,21 (ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.1). К2=30,78 (Зм. №3 до ДСТУ Б Д.1.1-7:2013, Додаток Ж, таблиця Ж.3.).	(Ц * X) * К1 * К2 (52,00 * 10,00) * 1,21 * 30,78	19 366,78
Разом по розділу				199 068,12
Разом за кошторисом				774 901,34
	Надбавка до кошторисної вартості вишукувань з урахуванням коефіцієнту 1.32 за таблицею 3, п.1 Положення: 1;2;3;4;5;6;7; 8;	Збірник цін на вишук. роботи для кап. будівництва (СЦВР, загальні вказівки, таблиця 3)	774 901,34 * ( 1,32 - 1 )	247 968,43

1	2	3	4	5
	Витрати по внутрішньому транспорту Відстань: 25 км. Вартість робіт, які виконуються в польових умовах (базис), крб.: 19337.23	Зб. цін на вишук. роботи табл.4 (понад 20 до 25 км, понад 10 до 20 тис.руб.) Відсот. витрат = 13 К1=1,25 (ЗЦВР-82 (з доп. від	( 595 200 * 13 / 100 ) * 1,25	96 720,00

		1990 р.) Ч.1, Загальні положення, п.8).		
	Витрати на метрологічне забезпечення єдності й точності засобів вимірів і додаткові амортизаційні відрахування	Збірник цін на вишук. роботи для кап. будівництва (СЦВР, загальні вказівки, п.14)	$(774\,901,34 + 96\,720 + 247\,968,43) * 0,05$	55 979,49
	Витрати по зовнішньому транспорту Відстань: 400 км.  Тривалість вишук.: 0.2 мес. Вартість робіт, які виконуються в польових умовах (базис), крб.:  21851.07	Зб. цін на вишук. роботи табл.5 (понад 300 до 500 км, до 1 міс.) Відсот. витрат = 18 К1=1,40 (ЗЦВР-82 (з доп. від 1990 р.) Ч.1, Загальні положення, п.9).	$((595\,200 + 96\,720) * 18 / 100) * 1,4$	174 363,84
	Витрати на організацію та ліквідацію вишукувань	Зб. цін на вишук. роботи. для кап буд. 82р Табл 6 ( геодез. понад 10 до 100 тис. руб., орг: 3,3%; ликв: 2,7%)	$(595\,200 + 96\,720) * 3,3 / 100 + (595\,200 + 96\,720) * 2,7 / 100$	41 515,20
	Всього			1 391 448,30

## КОШТОРИС № 2

на виконання робіт

### ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ

ДОРОГИ Р-100

(найменування об'єкта будівництва, стадії проектування, виду робіт)

Найменування проектної  
(вишукувальної) організації:

Ч.ч.	Перелік робіт, що виконуються	Найменування посад виконавців (виробничий персонал)	Кількіст ь вико- навців	Витрати труда, люд.місяців або люд.днів	Заробітна плата виконавців, грн		
					за 1 місяць або 1 день	всього	
1	2	3	4	5	6	7	
1		Директор	1	1	1 350,00	1 350,00	
		Начальник відділу	1	4	1 350,00	5 400,00	
		Провідний інженер	1	14	1 350,00	18 900,00	
		Інженер 1 кат.	2	14	1 350,00	18 900,00	
	Разом за кошторисом						44 550,00
	у тому числі по складових вартості:						
1	Фонд оплати праці (ФОП), грн. ( 44 550,0 * 49,46 / 100,0 = 22 034,43)						22 034,43
2	Нарахування на ФОП, грн. ( 44 550,0 * 18,92 / 100,0 = 8 428,86)						8 428,86
3	Матеріали на виконання робіт, грн. ( 44 550,0 * 2,27 / 100,0 = 1 011,29)						1 011,29
4	Амортизація, грн. ( 44 550,0 * 1,86 / 100,0 = 828,63)						828,63
5	Зношення малоцінного інвентарю, грн. ( 44 550,0 * 0,15 / 100,0 = 66,83)						66,83
6	Придбання типових проектів, грн. ( 44 550,0 * 0,89 / 100,0 = 396,50)						396,50
7	Утримання будинків, грн. ( 44 550,0 * 2,16 / 100,0 = 962,28)						962,28
8	Пошта, телеграф, телефон, грн. ( 44 550,0 * 0,23 / 100,0 = 102,47)						102,47
9	Охорона, грн. ( 44 550,0 * 0,15 / 100,0 = 66,83)						66,83
10	Інші витрати, грн. ( 44 550,0 * 3,05 / 100,0 = 1 358,78)						1 358,78
11	Кошторисний прибуток, грн. ( 44 550,0 * 6,33 / 100,0 = 2 820,02)						2 820,02
12	Адміністративні витрати, грн. ( 44 550,0 * 14,53 / 100,0 = 6 473,12)						6 473,12

	у тому числі:	
13	фонд оплати праці, грн. ( 44 550,0 * 7,64 / 100,0 = 3 403,62)	3 403,62
14	нарахування на ФОП, грн. ( 44 550,0 * 2,92 / 100,0 = 1 300,86)	1 300,86
15	інші витрати, грн. ( 44 550,0 * 3,97 / 100,0 = 1 768,64)	1 768,64

### **ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ**

Одже, для виконання поставленої задачі необхідно витратити 44 550,00 грн

А вартість по кошторису 1 435 998,30 грн. При розрахунках був використаний максимальний коефіцієнт складності 5, оскільки район знімання густо-застроєний, та при розрахунках враховувалось що результат, а саме, ортофотоплан та топоплан масштабів 1/2000 матиме переріз рельєфу 0,5 м.

В подальшому виконується приведення плану 1/2000 до 1/500 з висотою перерізу рельєфу 0,5 м. Проте в кошторисі не враховувалось цей процес Кошторис розраховувався в програмному комплексі “СМЕТА ПІР триал версія”

За попереднім розрахунком кошторисної вартості можна зробити висновок, що лазерне сканування надає максимум детальності за відносно невелику вартість послуг.

А отже має значну перевагу над традиційними методами знімання на місцевості та подальшої обробки даних.

## ВИСНОВКИ

Лазерне сканування набуло популярності у світі за рахунок високої продуктивності та малих трудо-затрат. Проте в Україні тільки набирає популярність . Головною проблемою в повсякденному використанні є дороговизна обладнання та не достатня нормативно-правова база.

У зв'язку з цим є потреба в затвердженні нормативних документів та інструкцій до мобільного лазерного сканування. В дипломній роботі використовувались діючі норми до топографічного знімання та проведення інвентаризації .

Мобільне лазерне сканування - це найсучасніший метод проведення знімання під інвентаризацію доріг . Оскільки польові роботи значно скорочують затрати часу. Процес дешифрування виконується в офісі. А сучасне програмне забезпечення дозволяє оптимізувати камеральні роботи. Автоматизувати частину роботи допомагає сучасне програмне забезпечення від компанії КРЕДО . Що дозволяє автоматизувати розпізнання розмітки дорожніх знаків, бровки та підосви покриття. Це значно спрощує процес оцифрування .

Для створення паспорту необхідно проаналізувати данні знімання та внести до паспорту об'єкта .

В результаті здійснення дослідження було створенно:

- План в масштабі 1:500;
- Технічний паспорт дороги;

Отже, використання мобільних скануючих систем значно спрощує процес виконання топографо-геодезичних робіт. А тому поступово стає незамінним у повсякденній роботі геодезиста.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Что такое 3D сканер и как он работает? [Электронный ресурс]. <https://make-3d.ru/articles/chto-takoe-3d-skaner-i-kak-on-rabotaet/>- (дата обращения: 21.05.2019).
2. Как используются 3D сканеры здесь и сейчас [Электронный ресурс]. <https://make-3d.ru/articles/kak-ispolzuyutsya-3d-skanery-zdes-i-sejchas/>- (дата обращения: 21.05.2019).
3. 3D сканирование: предназначение, методы и применение [Электронный ресурс]. <https://make-3d.ru/articles/3d-skanirovanieprednaznachenie-metody-i-primeneniye/>- (дата обращения: 21.05.2019).
4. Учебные материалы для студентов / Все о 3D-сканерах: от разновидностей до применения [Электронный ресурс]. <https://cantouch.ru/blog/vse-o-3d-skanerax/>- (дата обращения: 21.05.2019).
5. Язловецкий Б.М 3D-сканеры / Язловецкий Б.М., Воронов С.И. // Компьютерная графика и моделирование.. – Киев. – 2010. – С. 2-16.
6. Галаган Р.М. Метод визначення просторових координат перетворювача дефектоскопу при неруйнівному контролі з використанням цифрових приладів на базі ПЗЗ-матриць / Р.М. Галаган, К.М. Сірий, С.М. Маєвський // Вісник Національного Технічного Університету України «КПІ». Серія приладобудування. – Київ. – 2004. – №28. – С. 29-32.
7. Horus documentation [Электронный ресурс]. <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/horus/release-0.2/horus.pdf/>- (дата обращения: 21.05.2019).

8. Семен Попадюк. Как 3D-сканирование решает задачи контроля качества на производстве. [Электронный ресурс]. <http://blog.iqb-tech.ru/3dscanning-quality-control/>- 24 июля 2017. - (дата обращения: 21.05.2019).
9. Контроль износа труб с помощью 3D-сканера Artec Eva. [Электронный ресурс]. [http://3d.globatek.ru/3d-scanners/case\\_studies/eva\\_tube/](http://3d.globatek.ru/3d-scanners/case_studies/eva_tube/)- (дата обращения: 21.05.2019).
10. Компания BQ выпустила программу для 3D-сканирования Horus и 3D-сканер Ciclop с открытым исходным кодом [Электронный ресурс]. <https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/the-company-bq-released-a-program-for-3dscanning-horus-and-3d-scanner/>- (дата обращения: 21.05.2019).
11. М.П. Федоров. Тривимірний лазерний сканер принцип роботи і область застосування. [Электронный ресурс]. <http://jak.bono.odessa.ua/articles/trivimirnij-lazernij-skaner-princip-roboti-i.php/>- (дата обращения: 21.05.2019).
11. Шевченко Т.Г. Геодезичні прилади / Т.Г. Шевченко, О.І. Мороз, І.С. Тревого. — Л. : Львівська політехніка, 2006. — 459 с.
12. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. – Кн. 2 /В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин :НДУ ім. М. Гоголя, 2017. – 237 с.
13. Саранча Г.Я. Метрологія, стандартизація та управління якістю / Г.Я. Саранча, Г.К. Якимчук. — К. : Основа, 2004. — 376 с
- Перлін С.І. Системи лазерного сканування. Документування обставин дорожньо-транспортних пригод / С.І. Перлін, С.О. Шевцов. — Харків : НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області, 2011. — 45 с.
14. Центр Сапр [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://center-sapr.com/ua/products/?Producer=13#Product=41>.

15. The Cad zone [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.cadzone.com/czpoint-cloud>.

16 Медведев Е.М., Данилин И.М., Мельников С.Р. Лазерная локация земли и леса. М.: Геолидар, Геоскосмос, 2007.

17 Широкова Т.А., Антипов А.В., Арбузов С.А. Определение изменений на местности с применением данных лидарной съемки // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. научн. конгр., 10–20 апр. 2012 г., Новосибирск. “Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология”: сб. матер. в 2 т. Т. 1. Новосибирск: СГГА, 2012. С. 38–45.

18 Айрапетян В.С., Широкова Т.А., Антипов А.В. Использование данных лазерного зондирования для создания трёхмерных реалистичных сцен городских территорий // ГЕОСибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр., 19–29 апреля 2011 г., Новосибирск. “Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология”: сб. матер. в 4 т. Т. 4. Новосибирск: СГГА, 2011. С. 11–13.

19 Горохова Е.И., Алешина И.В., Романович Е.В. и др. Проверка внутреннего очертания тоннеля при помощи наземного лазерного сканера // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр., 10–20 апр. 2012 г., Новосибирск. “Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия”: сб. матер. в 3 т. Т. 1. Новосибирск: СГГА, 2012. С. 107–114.



Додаток 1

--

**ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ**

на об'єкт благоустрою \_\_\_\_\_ дорога по вул Кітнева \_\_\_\_\_

адреса:

місто (селище, село) \_\_\_\_\_ Місто \_\_\_\_\_

район \_\_\_\_\_ Район \_\_\_\_\_

область \_\_\_\_\_  
Область \_\_\_\_\_

інвентаризаційна справа № \_\_\_\_\_ ІН-1448 \_\_\_\_\_

дата останньої інвентаризації \_\_\_\_\_ 1.01.2008 \_\_\_\_\_

власник об'єкта благоустрою \_\_\_\_\_ ДП Укравтодор \_\_\_\_\_

реквізити власника об'єкта благоустрою \_\_\_\_\_ ДП Укравтодор \_\_\_\_\_

Схематичний план об'єкта благоустрою  
Масштаб \_\_\_\_\_

**ЕКСПЛІКАЦІЯ**

Ділянка об'єкта благоустрою (літера)	Розміри у плані, м		Площа, м <sup>2</sup>	Об'єкти нерухомості			Елементи благоустрою				Інженерні мережі			
	довжина	ширина		перелік об'єктів нерухомого майна	тип об'єктів нерухомого майна	№ інвентаризаційної справи	перелік елементів благоустрою	тип елементів благоустрою	№ інвентаризаційної справи	наявність технічного паспорта	перелік елементів благоустрою	тип елементів благоустрою	№ інвентаризаційної справи	наявність технічного паспорта
1	0,7	0,15	0,10	30	КЖ	0000	1	Газон	0001	Є	4		11111	Є
2	1,1	0,3	0,33	12 23	КЖ КН	0001	2	Газон	0002	Є	4		11112	Є
3	1,5	0,5	0,75	32	КЖ	0002	2	Велодоріжка	0003	Є	4		11113	Є
4	1,0	0,5	0,5	27	КЖ КН	0003	2	Газон	0004	Є	4		11114	Є
Разом за об'єктом			1,7	124			7				16			

благоу строю														
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Додаток А Графічні матеріали

# ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

“Використання мобільного лазерного сканування при інвентаризації доріг”

Виконав

Ст гр ГІСТ-41

Сорока В.Р.

Дипломний керівник

Нестеренко О.В.

# ВСТУП

- Мета роботи полягає у запровадженні новітніх методів та комплексних інженерних рішень в задачах топографо-геодезичної діяльності. А саме методами наземного лазерного сканування.

# НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТУ ПАСПОРТИЗАЦІЇ В УКРАЇНІ

- Актуальний на сьогодні ДБН А.2.1-1-2008 для забезпечення точності та повноти відображення ситуації. Викривується геодезистами при польвих та камеральних роботах.

4 см при масштабі плану 1:200;
10 см при масштабі плану 1:500;
20 см при масштабі плану 1:1 000;
40 см при масштабі плану 1:2 000;
100 см при масштабі плану 1:5 000.



- ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Зазвичай спеціаліст в сфері геодезії не використовує.

# НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЛАЗЕРНИХ СКАНУЮЧИХ СИСТЕМ В УКРАЇНІ

При зйомці ситуації на забудованій території гранична похибка визначення положення твердих контурів відносно пунктів (точок) знімальної основи не повинна перевищувати:

4 см при масштабі плану 1:200;

10 см при масштабі плану 1:500;

20 см при масштабі плану 1:1 000;

40 см при масштабі плану 1:2 000;

100 см при масштабі плану 1:5 000.

Технічне завдання до виконання вишукувань

- цільового призначення роботи;
- характеристики об'єкта;
- необхідної детальності та повноти відображення ситуації об'єкта;
- точності визначення просторового положення об'єкта (масштаб);
- меж ділянки вишукувань
- спеціальних вимог;
- переліку звітних матеріалів, зразків форм їх подання у випадку виконання спеціальних видів робіт;
- відомостей про наявність матеріалів вишукувань минулих років

- Використовуємо попередній ДБН А.2.1-1-2008

# Складання технічного паспорта вулиці

огорожі об'єкта благоустрою (за їх наявності) в умовних позначеннях, їх протяжність і висота;

лінійні розміри зовнішніх меж об'єкта благоустрою;

найменування суміжних землевласників та землекористувачів;

об'єкти нерухомого майна, розташовані на об'єкті благоустрою;

елементи благоустрою;

водоймища;

№ з/п	Найменування	Дата складання	Масштаб	Кількість аркушів	Примітка
1	План вулиці (м 1:500)		1/500		
2	Поперечні профілі в характерних місцях		1/500		
3	Схема організації дорожнього руху		1/200		
4	Картографічний аналіз ДТП		-		

# ВИМОГИ ДО МОБІЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ



# ВИМОГИ ДО МОБІЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ

<b>ГЕОМЕТРІЯ</b> -Щільність точок -Орієнтування сканів щодо об'єкта -Розташування станцій сканування	<b>Ф А К Т О Р И</b>	<b>МЕТОД</b> -Вимірювання марок -Реєстрація та зшивання сканів -Попередня обробка даних
<b>ПРИЛАД</b> -метод вимірювання -точність вимірювання -калібрування		<b>ГЕОПРИВ'ЯЗКА</b> -Метод орієнтування щодо глобальної системи координат -Кількість і розташування сполучних дочок
<b>ДОВКІЛЛЯ</b> -рефракція -вібрація -стан -поверхні		<b>Об'єкт</b> -Розмір -форма поверхні -Тип поверхні -Орієнтування в просторі

Вид знімання	Час	км
GNSS RTK	8 годин	10
Тахеометричне	8 годин	8
Лазерне сканування	2 години	60

# ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИКОНАННЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ

Performance During GNSS Outages<sup>1</sup>

Outage Duration	Positioning Mode	Position Accuracy (m) RMS		Velocity Accuracy (m/s) RMS		Attitude Accuracy (degrees) <sup>2</sup> RMS		
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Roll	Pitch	Heading
0 s	RTK	0.020	0.050	0.020	0.010	0.008	0.008	0.023
	HP	0.100	0.080	0.020	0.010	0.010	0.008	0.026
	SP	1.200	0.600	0.020	0.010	0.009	0.013	0.024
	PP <sup>5</sup>	0.010	0.015	0.020	0.010	0.008	0.008	0.012
10 s	RTK	0.130	0.060	0.026	0.010	0.010	0.010	0.025
	HP	0.350	0.290	0.031	0.011	0.012	0.012	0.032
	SP	1.340	0.670	0.035	0.011	0.014	0.014	0.026
	PP <sup>5</sup>	0.020	0.020	0.020	0.010	0.008	0.008	0.013
60 s	RTK	3.500	0.320	0.135	0.015	0.015	0.015	0.040
	HP	4.230	0.560	0.147	0.015	0.016	0.016	0.040
	SP	4.440	0.870	0.151	0.015	0.018	0.018	0.040
	PP <sup>5</sup>	0.130	0.050	0.030	0.020	0.010	0.010	0.016



Version 6 - Specifications subject to change without notice.  
 © 2012 NovAtel Inc. All rights reserved.  
 SPAN, Inertial Explorer, AdVance, Waypoint and NovAtel are registered trademarks of NovAtel Inc.  
 IMU-FSAS, FlexPak6 and RT-2 are trademarks of NovAtel Inc.  
 Printed in Canada. D10150  
 IMU-FSAS July 2012

<sup>1</sup> Typical values. Performance specifications subject to GPS system characteristics, US DOD operational degradation, ionospheric and tropospheric conditions, satellite geometry, baseline length, multipath effects and the presence of intentional or unintentional interference sources.

<sup>2</sup> When SPAN is in RTK mode.

<sup>3</sup> Export licensing restricts operation to a maximum of 515 metres per second.

<sup>4</sup> GNSS receiver sustains tracking up to 4 g.

<sup>5</sup> Post-processing results using Inertial Explorer software.

## 1 Польові геодезичні роботи

1. Рекогностування- вибір точок установки сканера та закладки опорних пунктів.

2. Розміщення в зонах перекриття сусідніх сканів марок. 3. Побудова планово-висотної опорної мережі.

4. Визначення просторових точок установки сканера і марок-сфер, при необхідності.

## 2 Лазерне сканування

1. Задати параметри сканування

2. Безпосередньо процес лазерного сканування

## 3. Камеральні роботи

1. Попередня обробка кожного окремого скана.

2. Зшивання окремих сканів в єдину просторову модель.

3. Визначення геометричних характеристик споруди за результатами сканування.

4. Оцінка точності вимірювань за результатами зрівнювання просторової моделі.

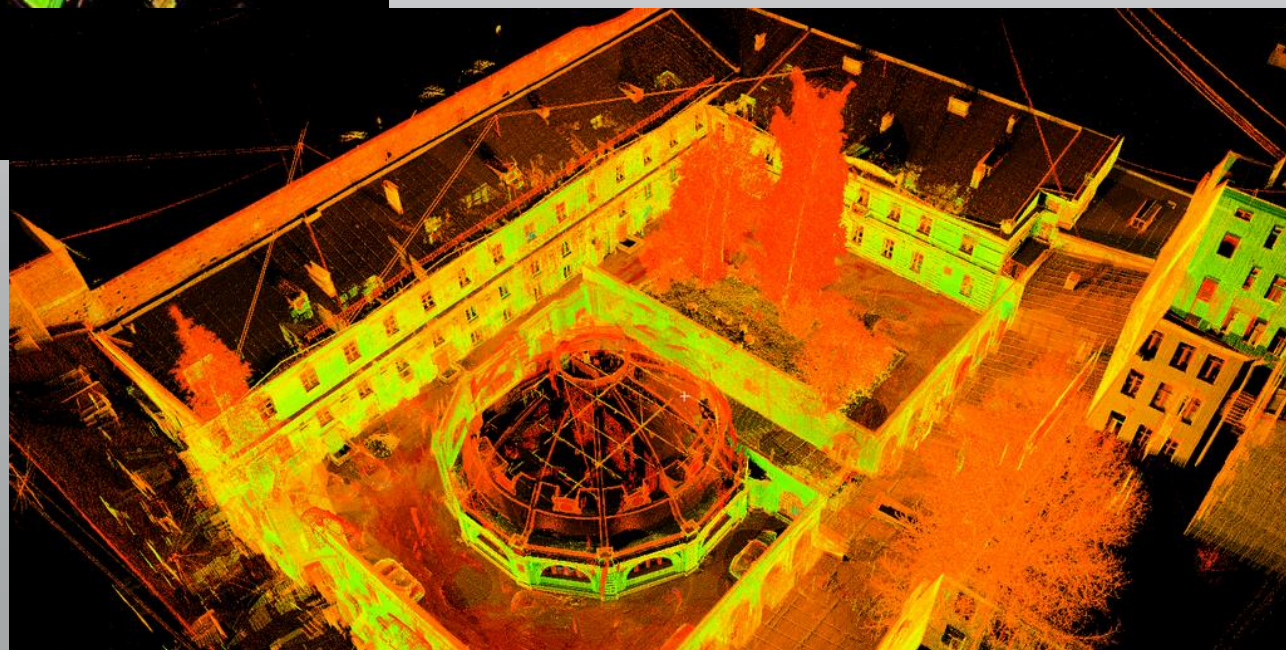
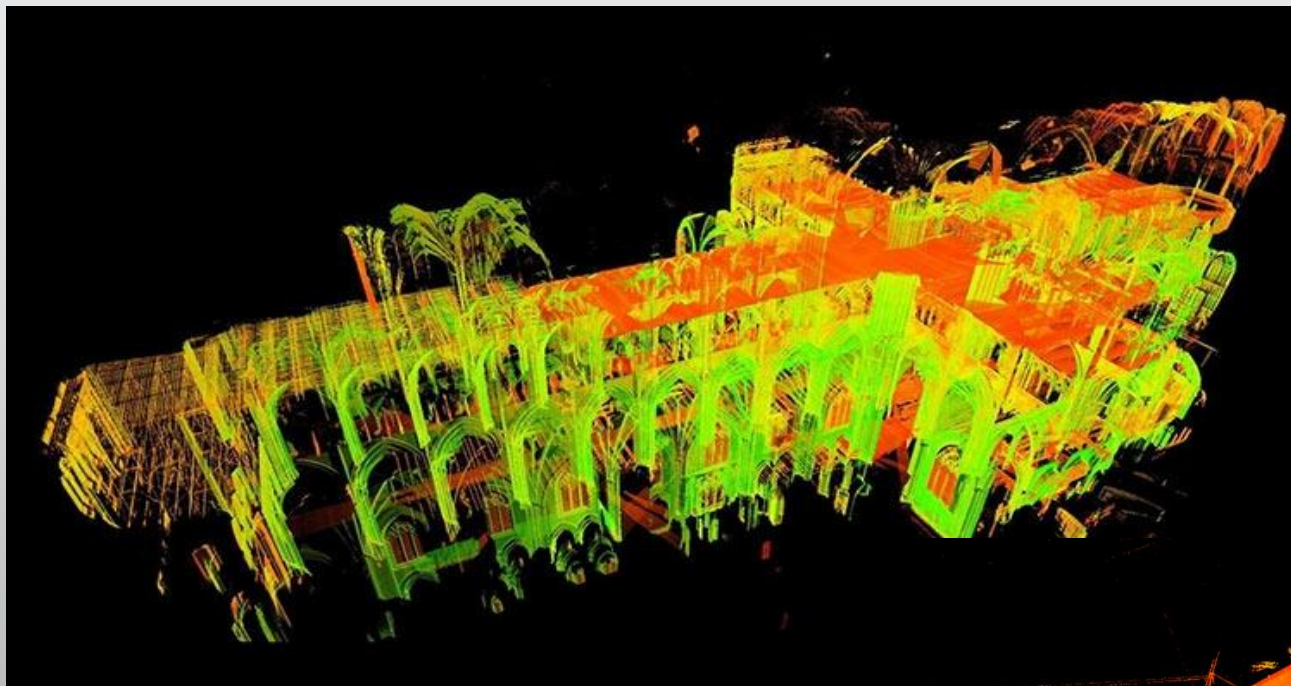
$$X_C = X_p + R \sin \theta \cdot \cos \varphi$$

$$Y_C = Y_p + R \sin \theta \cdot \sin \varphi$$

$$Z_C = Z_p + R \cdot \cos \theta$$

НЛС на відміну від звичайної топографічної зйомки дозволяє отримати просторову тривимірну модель об'єкту, за допомогою якої можна більш раціонально виконувати проектні роботи.

# СВІТОВИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ СКАНУЮЧИХ СИСТЕМ



# Вибір моделі та програмного забезпечення



## Leica Pegasus:Two

**ГНСС/ИНС**  
Novatel SPAN

**Камеры**  
7 CCD камер  
2000 x 2000 пикселей  
Обзор 360°

**Крепление**  
Стандартный багажник  
Система помещается в  
один кейс

**Крепление**  
Доступ по периметру для  
простоты монтажа



**Камеры**  
Камера для сферических  
панорам / съемки  
дорожного полотна

**Лазерный сканер**  
Профилограф Z+F 9012  
Два профилографа  
Velodyne  
Leica P20 (съёмный)

**Датчик  
освещённости**  
Автоматический датчик  
освещённости / контроль  
экспозиции

**Питание**  
Один кабель  
10 часов работы

Leica Pegasus:Two

- when it has to be right

**Leica**  
Geosystems



## Програмне Забезпечення

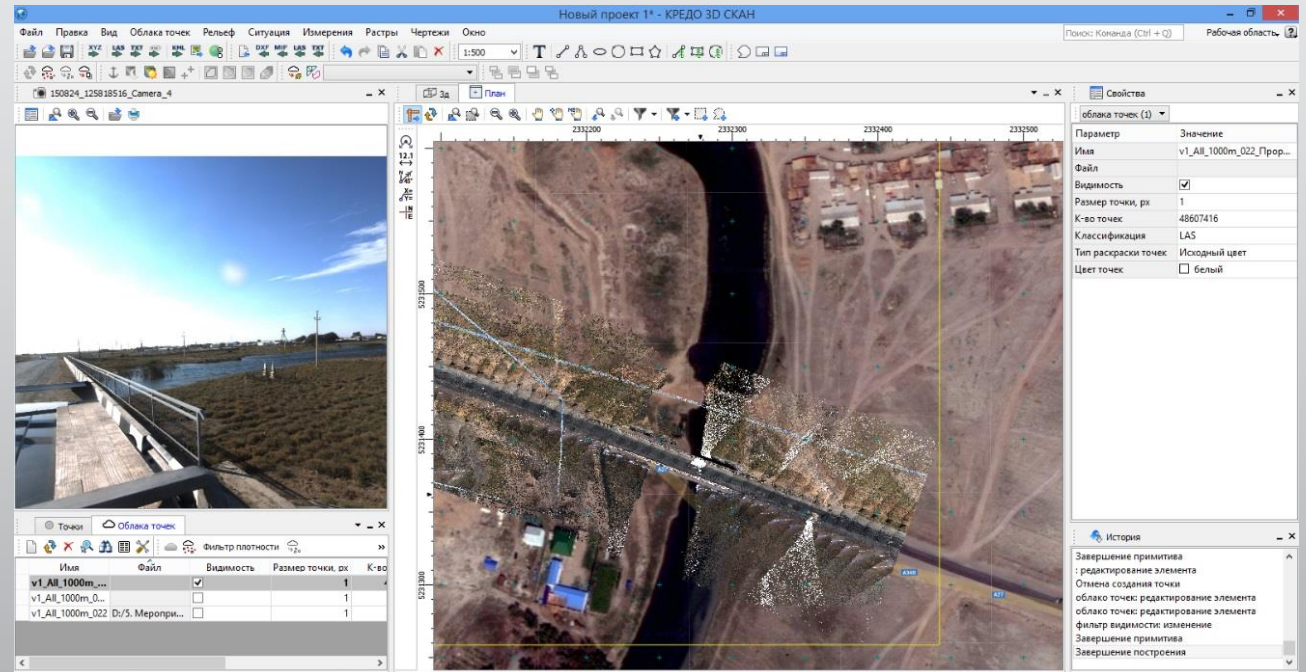
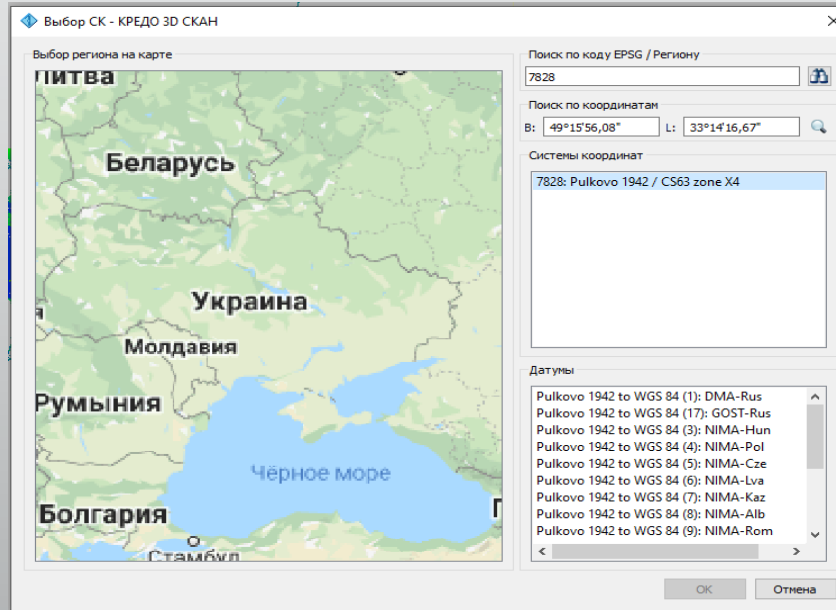
автоматичний пошук дорожніх знаків по фотозображення з геопросторової прив'язкою з наступною локалізацією положення знаків по хмарі точок і інтерактивної перевіркою результатів

автоматичний пошук ліній електропередачі (стовпи і дроти) по хмарі точок з подальшою інтерактивною перевіркою результатів

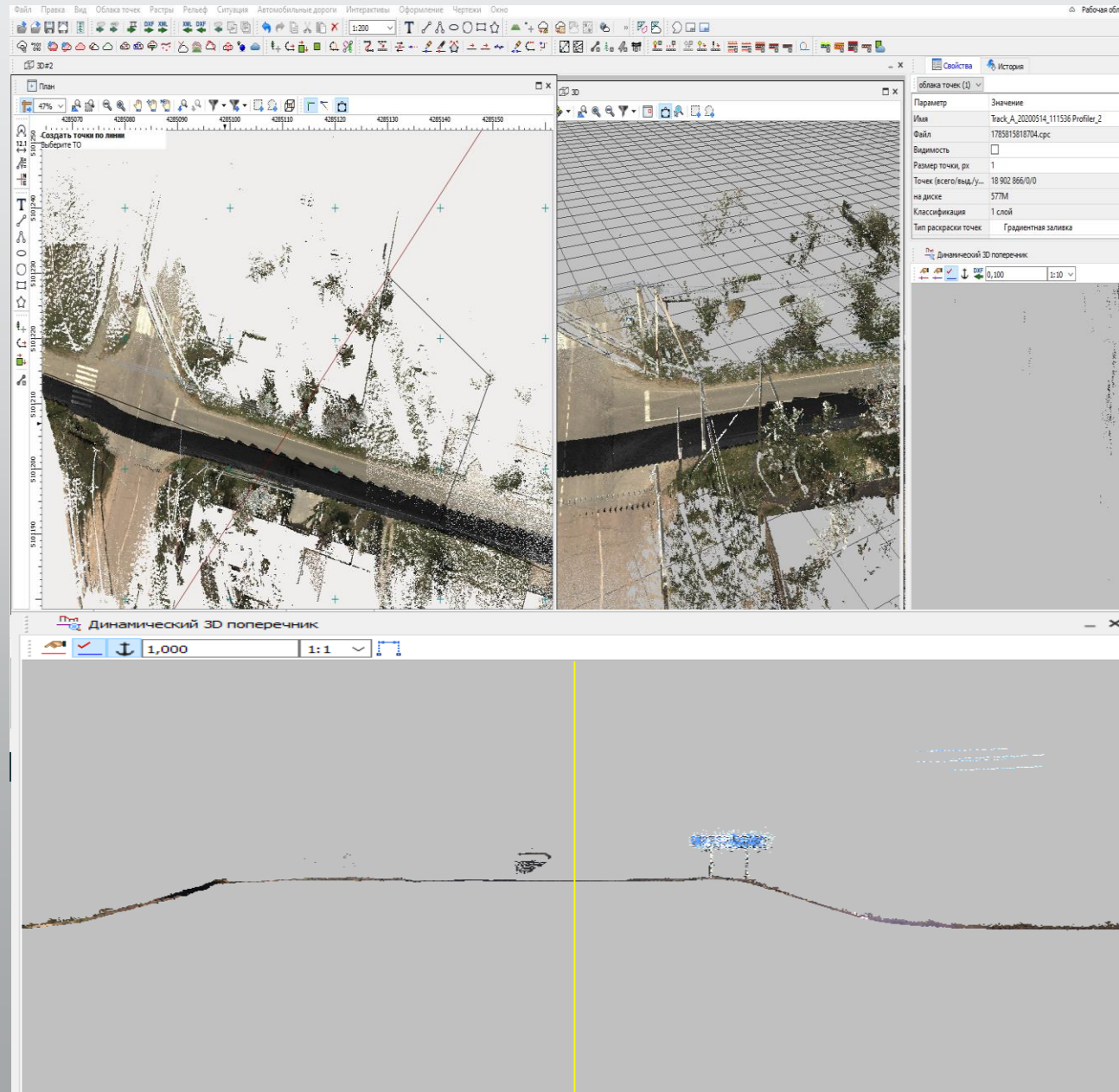
можливість автоматичного розпізнавання по хмарі точок об'єктів дорожньої інфраструктури: розмітки, бровок і підшов земляного полотна, кромки покриття, бордюрів, стовпів дорожніх знаків, сигнальних стовпчиків;

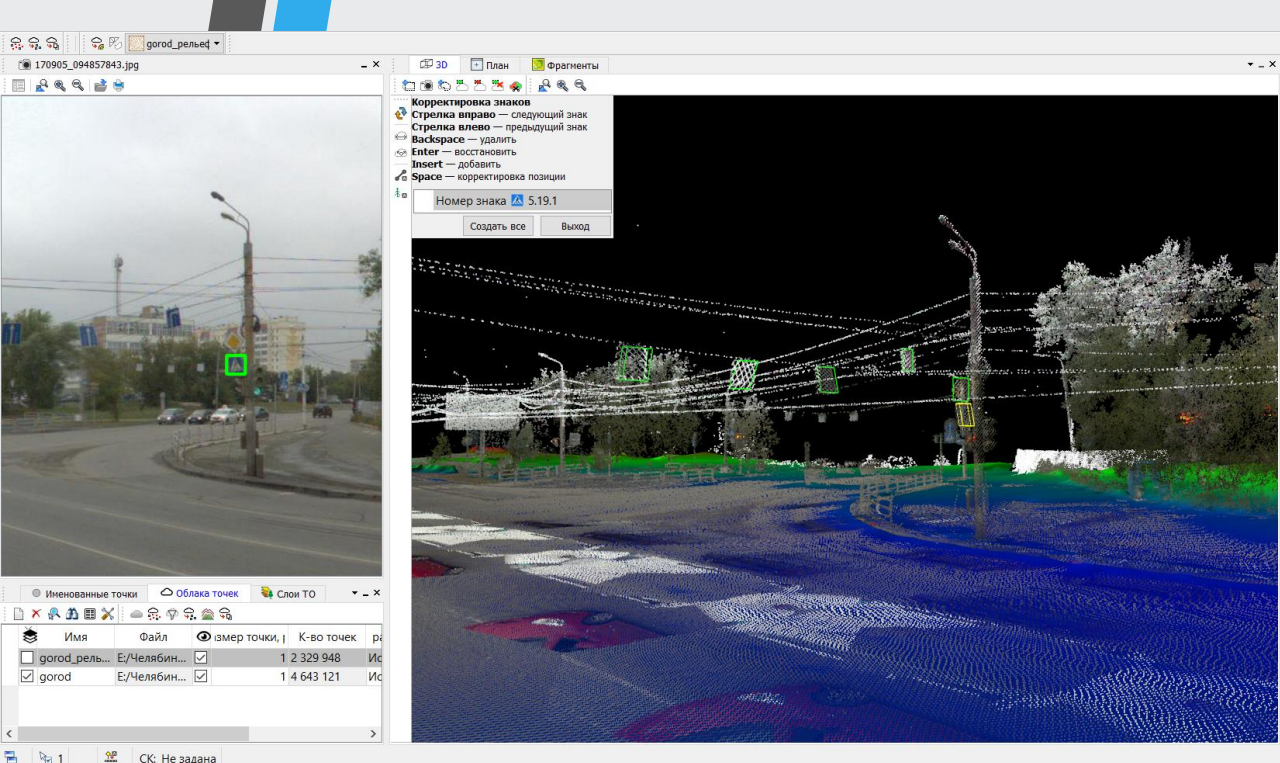


# Обробка результатів лазерного сканування

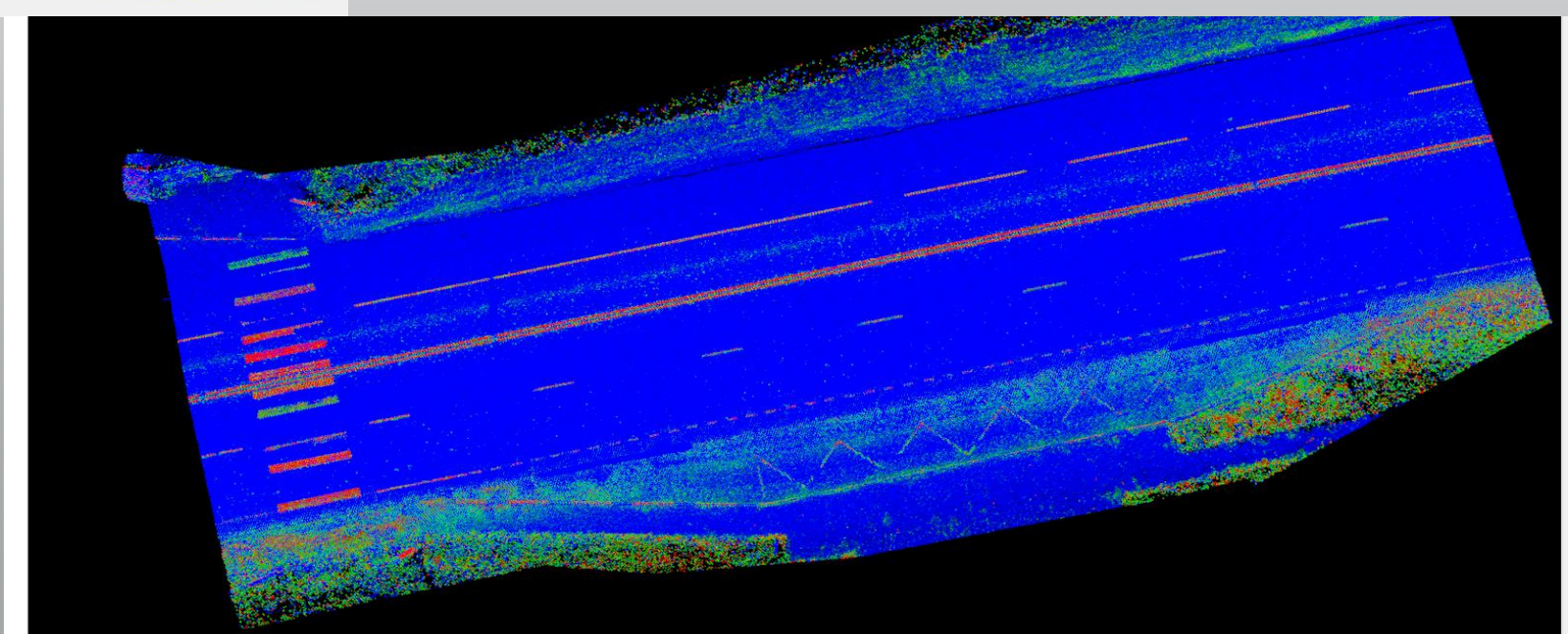
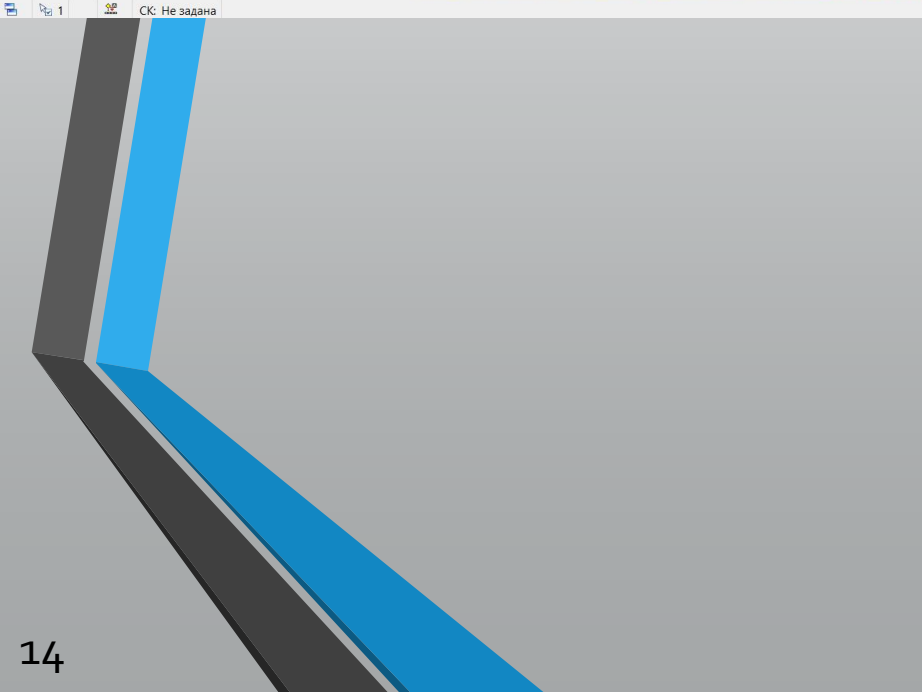


# Обробка результатів лазерного сканування





# Обработка результатов лазерного сканирования




# Необхідність створення єдинної БД

Дані, одержувані при лазерному скануванні мають такі особливості:

- можливість у будь-який час відновити повну інформацію про об'єкт на дату виконання зйомки;
- проводити будь-які лінійні і кутові вимірювання об'єкту сканування;
- накладати один на одного кілька об'єктів і відстежувати зміни на об'єкті;
- виробляти кількісний аналіз

В ідеальному випадку геоінформаційна система автомобільних доріг повинна включати в себе :

1. Паспорт дороги
2. 3Д модель
3. Ортофотоплани
4. Топографічні плани масштабу 1:500



Дякую за увагу!