



**TEHNOLOGIA LIDAR CU CELE TREI
SISTEME DE BAZĂ: SCANAREA LASER,
SISTEMUL DE POZIȚIONARE GLOBAL ȘI
UNITATEA DE MĂSURĂ INERTIALĂ**

Student:

Anton Constantin

Coordonator:

**Nistor-Lopatenco Livia,
conf. univ., dr. ing.**

Chișinău, 2023

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru

Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie

Admis la susținere:

Șef DICG, conf. univ. dr.

_____ **A. Taranenco**

” ____ ” _____ **2023**

**Tehnologia LIDAR cu cele trei sisteme de bază:
scanarea laser, sistemul de poziționare global și
unitatea de măsură inerțială**

Teza de licență

Student: _____ **Anton Constantin,
IGC 1903**

Coordonator: _____ **Nistor-Lopatenco Livia,
conf. univ. dr. ing.**

Consultant: _____ **Gavrilov Diana
lect. univ.**

Consultant: _____ **Eșanu Ludmila,
asist. univ.**

Chișinău, 2023

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru

Departamentul *Inginerie civilă și geodezie*

Programul de studii: 0731.2 – INGINERIE GEODEZICĂ ȘI CADASTRU

APROB:

Șef PS IGC, lect. univ., dr.

_____ A.Vlasenco
" ____ " _____ 2023

CAIET DE SARCINI

pentru tezei de licență al studentului

Anton Constantin

1. Tema tezei de licență: Tehnologia LIDAR cu cele trei sisteme de bază: scanarea laser, sistemul de poziționare global și unitate de măsură inerțială

confirmată prin hotărârea Consiliului FCGC nr. 7 din „20” martie 2023

2. Termenul limită de prezentare a tezei 20 mai 2023

3. Date inițiale pentru elaborarea tezei: Imaginelor elaborate de autor folosind dispozitivul UAV, baza programei Agisoft, materiale foto

4. Conținutul memoriului explicativ:

1. Capitolul 1. Platforme UAV și mobile LIDAR utilizate în aplicații ingineresti;
2. Capitolul 2. Avantajele și dezavantajele platformelor LIDAR
3. Capitolul 3. Tehnologia UAV și LIDAR cu cele trei sisteme de bază: scanarea laser, sistemul de poziționare global și unitatea de măsură inerțială
4. Capitolul 4. Analiza economică a tehnologiei LIDAR
5. Capitolul 5. Securitatea activității în munca.

5. Conținutul părții grafice a tezei: Fig 1.1.1.1 Clasificarea UAV, Fig. 1.5.1 Predator – 1115, Fig. 1.5.2 Secțiune în pointcloud cu puncte pe sub vegetație cu cota reală, Fig. 1.6.1 Lidar scanare.

1. Lista consultațiilor

Consultant	Capitol	Confirmarea realizării activităților	
		Semnătura consultantului (data)	Semnătura studentului (data)
Nistor- Lopatenco Livia	Platforme UAV și mobile LIDAR utilizate în aplicații inginerești;		
Nistor- Lopatenco Livia	Avantajele și dezavantajele platformelor LIDAR		
Nistor- Lopatenco Livia	Tehnologia LIDAR cu cele trei sisteme de bază: scanarea laser, sistemul de poziționare global și unitatea de măsură inerțială		
Gavrilov Diana	Analiza economică a tehnologiei LIDAR		
Eșanu Ludmila	Securitatea activității în muncă		

2. Data înmânării caietului de sarcini 30.01.2023

Coordonator *Nistor- Lopatenco Livia* _____
(semnătura)

Sarcina a fost luată pentru a fi executată de studentul *Anton Constantin*

(semnătura)

PLAN CALENDARISTIC

Nr. crt.	Denumirea etapelor de proiectare	Termenul de realizare	Notă
1	Platforme UAV și mobile LIDAR utilizate în aplicații inginerești;	06.03.2023-17.03.2023	
2	Avantajele și dezavantajele platformelor LIDAR	20.03.2023-31.03.2023	
3	Tehnologia LIDAR cu cele trei sisteme de bază: scanarea laser, sistemul de poziționare global și unitatea de măsură inerțială	04.04.2023-28.04.2023	
4	Analiza economică a tehnologiei LIDAR	01.05.2023-10.05.2023	
5	Securitatea activității în muncă	11.05.2023-19.05.2023	
6	Recenzarea externă a proiectului de licență (opțional)		
	Avizarea proiectului de către șef departament		

Student: *Anton Constantin* _____

Coordonator de teză de licență: *Nistor- Lopatenco Livia* _____

ADNOTARE

la teza de licență cu tema

**“TEHNOLOGIA LIDAR CU CELE TREI SISTEME DE BAZĂ: SCANAREA LASER,
SISTEMUL DE POZIȚIONARE GLOBAL ȘI UNITATEA DE MĂSURĂ INERTIALĂ”**

autor Anton Constantin

În lucrarea dată s-a prezentat tehnologiile folosite pentru elaborarea lucrărilor cadastrale de înregistrație primară masivă care constă din scanarea bunurilor imobile din proprietate privată cât și proprietate publică și a drepturilor asupra lor, în scopul de a îmbunătăți calitatea datelor cadastrale în toată Republica Moldova.

Capitolul 1 conține informații generale despre platformele LIDAR UAV și mobile utilizate în aplicații inginerești, precum și definiții și semnificații ale acestora. Avantajele și dezavantajele utilizării fiecăruia dintre ei în lucru.

Capitolul 2 exprimă atât beneficiile, cât și dezavantajele platformelor LIDAR.

Capitolul 3 prezintă aplicarea UAV la crearea unui plan cadastral. Am oferit o descriere a obiectului de studiu, a procesului de planificare și execuție a lucrărilor, a procesului de colectare a datelor și a procesului de creare a planului ortofoto și, în cele din urmă, a planului cadastral.

Capitolul 4 oferă o analiză economică a procesului, care identifică concurenții, consumatorii și caracterizarea procesului, precum și cheltuielile de execuție, precum și timpul necesar pentru efectuarea înregistrărilor primare semnificative. S-a concluzionat că procesul este rentabil din punct de vedere economic.

Capitolul 5 are ca scop prezentarea securității activității de muncă cu platformele UAV și mobilele LIDAR.

ABSTRACT

to the license thesis with the theme

**" LIDAR TECHNOLOGY WITH THE THREE BASIC SYSTEMS: LASER SCANNING,
GLOBAL POSITIONING SYSTEM AND INERTIAL MEASUREMENT UNIT"**

author Anton Constantin

The paper presented the technologies used for the elaboration of cadastral works of massive primary registration, which consists of scanning of private and public real estate and their rights, in order to improve the quality of cadastral data throughout the Republic of Moldova.

Chapter 1 contained general information about UAV and mobile LIDAR platforms used in engineering applications, as well as their definitions and meanings. Advantages and disadvantages of using each of them in work.

Chapter 2 expresses both benefits and disadvantages of LIDAR platforms.

Chapter 3 presents the application of UAV to the creation of a cadastral plan. We have given a description of the object of study, the planning and execution process, the data collection process and the process of creating the orthophoto plan and finally the cadastral plan.

Chapter 4 provides an economic analysis of the process, which identifies the competitors, consumers and characterisation of the process, as well as the execution costs and the time required to make the significant primary records. It is concluded that the process is economically cost-effective.

Chapter 5 aims to present the safety of the work activity with UAV platforms and LIDAR mobiles.

CUPRINS

INTRODUCERE	11
I. PLATFORME UAV ȘI MOBILE LIDAR UTILIZATE ÎN APLICAȚII INGINEREȘTI	12
1.1 Introducere	12
<i>1.1.1 Definiție și concepte de bază</i>	12
<i>1.1.2 Importanța platformelor UAV și mobile LIDAR în aplicațiile ingineresti</i>	13
1.2 Platforme UAV (Unmanned Aerial Vehicles)	13
<i>1.2.1 Descriere și clasificare</i>	13
<i>1.2.2 Componente și caracteristici cheie ale platformelor UAV</i>	14
<i>1.2.3 Avantaje și dezavantaje ale utilizării platformelor UAV în aplicații ingineresti</i>	16
<i>1.2.4 Exemple de aplicații ingineresti utilizând platforme UAV</i>	17
1.3 Mobile LIDAR (Light Detection and Ranging)	18
<i>1.3.1 Definiție și principii de funcționare</i>	18
<i>1.3.2 Componente și tehnologii asociate mobilelor LIDAR</i>	19
<i>1.3.3 Avantaje și dezavantaje ale utilizării mobilelor LIDAR în aplicații ingineresti</i>	19
<i>1.3.4 Exemple de aplicații ingineresti utilizând mobile LIDAR</i>	21
1.4 Principalele servicii de fotogrammetrie cu drone	21
1.5 Tehnologie și precizie laser	22
1.6 Caracteristici masuratori LIDAR	23
II. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE PLATFORMELOR LIDAR	25
2.1 Introducere	25
2.2 Avantajele platformelor LIDAR	25
2.3 Dezavantajele platformelor LIDAR;	28
III. TEHNOLOGIA LIDAR CU CELE TREI SISTEME DE BAZĂ: SCANAREA LASER, SISTEMUL DE POZIȚIONARE GLOBAL ȘI UNITATEA DE MĂSURĂ INERȚIALĂ	31
3.1 Destrierea obiectului de studiu	31
3.2 Planificarea lucrărilor de aerofotogrammetrie	32
3.3 Procesul de lucru	34
3.4 Executarea lucrărilor aerofotogrammetrice	36
3.5 Prelucrarea datelor și elaborarea planului ortofoto	38
3.6 Elaborarea planului cadastral	42
IV. ANALIZA ECONOMICĂ A TEHNOLOGIEI LIDAR	45
4.1 Caracteristica economică a tehnologiei LIDAR	45
4.2 Impactul economic a utilizării platformelor UAV și a mobilelor LIDAR	45

UTM 0731.2 001 ME				
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnăt.	Data
Elaborat		Anton.C		
Coordonator		Nistor L.		
Consultant		Gavrilov D.		
Verificat		Vlasenco A.		
Aprobat		Taranenco		
Tehnologia LIDAR cu cele trei sisteme de bază: scanarea laser, sistemul de poziționare global și unitatea de măsură inerțială				
		Faza	Coala	Coli
		L	7	69
UTM FCGC IGC-1903				

4.3	Calculul prețului pentru procesul Elaborarea planului ortofoto utilizând tehnologia LIDaR	48
4.4	Amortizarea immobilizărilor corporale și necorporale	50
4.5	Descrierea executanților și stabilirea cheltuielilor privind remunerarea muncii	51
4.6	Descrierea consumatorilor și a concurenților indirecti	51
4.7	Determinarea normei de timp pentru unul din subbrocele (elementele) ale procesului	54
4.8	Costurile utilizării LIDAR.....	56
4.9	Beneficiile și oportunitățile economice	57
4.10	Analiza SWOT	58
4.11	Concluzie	60
V.	SECURITATEA ACTIVITAȚII IN MUNCĂ.....	61
5.1.	Generalități.....	61
5.2.	Cerințe privind securitatea lucrărilor	62
5.3	Concluzie privind securitatea în munca	64
	Concluzie	65
	BIBLIOGRAFIE	67

INTRODUCERE

În era tehnologiei avansate, dezvoltarea și aplicarea tehnicilor de cartografiere și scanare a mediului înconjurător au devenit din ce în ce mai importante și mai eficiente. Unul dintre sistemele de bază care a adus o revoluție în acest domeniu este Tehnologia LIDAR (Light Detection and Ranging). LIDAR combină trei componente esențiale: scanarea laser, sistemul de poziționare globală și unitatea de măsură inerțială, pentru a obține informații detaliate și precise despre mediul înconjurător.

Scanarea laser utilizează razele laser pentru a obține o imagine detaliată a suprafețelor și obiectelor. Această tehnică permite măsurători precise ale distanțelor și poate detecta și înregistra caracteristicile topografice, arhitecturale și naturale într-un mod rapid și eficient. Rezultatele obținute prin scanarea laser pot fi utilizate în diverse domenii, cum ar fi cartografie, geodezie, urbanism, arheologie și managementul resurselor naturale.

Sistemul de poziționare globală (GPS) este o componentă cheie a tehnologiei LIDAR. Prin utilizarea unui ansamblu de sateliți, sistemul GPS furnizează informații precise despre poziția și coordonatele spațiale ale dispozitivului LIDAR în timp real. Această funcționalitate este esențială pentru corelarea și înregistrarea datelor colectate într-un sistem de referință global, permițând astfel crearea unor hărți precise și a modelelor tridimensionale.

Unitatea de măsură inerțială (IMU) completează componentele LIDAR prin furnizarea de informații despre mișcarea și orientarea dispozitivului în timpul scanării. Aceste informații sunt esențiale pentru corectarea și alinierea datelor LIDAR cu exactitate și pentru eliminarea erorilor generate de mișcarea dispozitivului. IMU utilizează senzori precum giroscopii și accelerometri pentru a măsura schimbările de orientare și accelerație.

Tehnologia LIDAR, cu cele trei sisteme de bază - scanarea laser, sistemul de poziționare globală și unitatea de măsură inerțială - aduce avantaje semnificative în domeniile cartografiei, topografiei, monitorizării mediului și multe altele. Aceasta permite obținerea de date precise și detaliate, contribuind la o mai bună înțelegere a mediului înconjurător și la luarea deciziilor informate în diverse domenii de activitate.

I

					UTM 0731.2 – 001 ME	Coala
						9
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnătura	Data		

Concluzie

În concluzie, utilizarea tehnologiei LIDAR în aplicațiile ingineresti, în special prin intermediul platformelor UAV și mobile LIDAR, aduce numeroase avantaje și beneficii. Aceste platforme reprezintă instrumente puternice pentru colectarea datelor spațiale și geografice cu precizie ridicată și eficiență sporită. Prin utilizarea sistemelor LIDAR, precum scanarea laser, sistemul de poziționare global și unitatea de măsură inerțială, se obține o captură rapidă și precisă a informațiilor, permițând realizarea de măsurători detaliate și crearea de modele 3D precise.

Platformele UAV (Unmanned Aerial Vehicles) oferă flexibilitate și acces la zone greu accesibile sau periculoase pentru oameni, facilitând astfel monitorizarea și cartografierea terenurilor. Acestea sunt dotate cu componente cheie, cum ar fi sistemele LIDAR, care permit colectarea de date precise și generarea de hărți și modele 3D în timp real. Cu toate acestea, există și dezavantaje asociate utilizării platformelor UAV, cum ar fi dependența de condițiile meteo și restricțiile legale privind zborul în anumite zone.

Mobilele LIDAR, prin funcționarea bazată pe principii de detectare și măsurare a luminii, oferă o altă abordare eficientă în colectarea datelor geospațiale. Aceste dispozitive montate pe vehicule permit colectarea de date precise și detaliate despre suprafața terestră, inclusiv modele digitale de teren, obiecte și infrastructură. Cu toate acestea, dezavantajele asociate mobilelor LIDAR includ costurile inițiale ridicate și necesitatea unei calibrări și întrețineri regulate.

Utilizarea tehnologiei LIDAR în aplicațiile ingineresti prin intermediul platformelor UAV și mobilelor LIDAR aduce beneficii semnificative în diverse domenii, cum ar fi cartografierea, monitorizarea mediului, urbanismul, infrastructura și alte activități ingineresti. Aceste platforme oferă oportunități economice și de eficientizare a proceselor de măsurare și analiză a datelor, facilitând luarea deciziilor informate și reducând costurile și riscurile asociate altor metode tradiționale.

În concluzie, platformele LIDAR prezintă o serie de avantaje și dezavantaje care trebuie luate în considerare în evaluarea lor. Avantajele includ măsurători precise în 3D, detectarea și recunoașterea obiectelor, funcționarea independentă de lumină, capacitatea de a penetra vegetația densă, eficiența în colectarea datelor, rezoluție înaltă, capacitatea de a percepe mediul înconjurător în timp real, complementaritatea cu alte tehnologii, versatilitatea și adaptabilitatea, îmbunătățirea siguranței și eficienței și avansarea tehnologică continuă.

Pe de altă parte, dezavantajele includ costul ridicat, dimensiunea și greutatea mari, sensibilitatea la condițiile meteorologice, limitările în detectarea obiectelor transparente și reflectante, rezoluția temporală limitată, limitările în detectarea obiectelor mici, dependența de iluminare ambientală, consumul de energie, necesitatea calibrării și întreținerii, incompatibilitatea cu anumite suprafețe și materiale, limitările în condiții meteo extreme, sensibilitatea la interferențe și limitările de acuratețe în detecția la distanțe mari.

					UTM 0731.2 – 001 ME	Coala
						10
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnătura	Data		

Este important să se evalueze atent avantajele și dezavantajele platformelor LIDAR în funcție de nevoile și cerințele specifice ale fiecărei aplicații. Cu toate dezavantajele sale, tehnologia LIDAR rămâne o soluție valoroasă pentru colectarea de date spațiale și înțelegerea mediului înconjurător, iar prin inovație și dezvoltare continuă, se așteaptă că limitările sale vor fi depășite treptat.

În concluzie, tehnologia LIDAR cu cele 3 sisteme de bază - scanarea laser, sistemul de poziționare global și unitatea de măsură inerțială - reprezintă instrumente esențiale în aplicațiile ingineresti moderne. Utilizarea platformelor UAV și mobilelor LIDAR permite o colectare rapidă și precisă a datelor geospațiale, deschizând calea către inovații și soluții tehnologice avansate în diferite domenii. Cu toate acestea, este important să se țină cont de avantajele și dezavantajele asociate utilizării platformelor LIDAR și să se realizeze o analiză SWOT pentru a înțelege pe deplin impactul economic și beneficiile oferite de această tehnologie în contextul specific al fiecărei aplicații ingineresti. De asemenea, se pune accent pe securitatea activității în muncă, iar utilizarea adecvată și responsabilă a tehnologiei LIDAR este esențială pentru a asigura protecția și confidențialitatea datelor, precum și pentru a minimiza riscurile asociate utilizării acestor platforme în diverse medii de lucru.

					UTM 0731.2 – 001 ME	<i>Coala</i>
<i>Mod.</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. doc.</i>	<i>Semnătura</i>	<i>Data</i>		11

BIBLIOGRAFIE

- [1] WEITKAMP, C – Lidar: Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere 2005.
- [2] PAMKAJ K. AGARWAL, LARS ARGE & ANDREW DANNER– From Point Cloud to Grid DEM: A Scalable Approach.
- [3] BOTNARENCO I., *Cadastrul în Moldova (teorie, metode, practică)*. Chișinău: Editura Pontos, 2006.
- [4] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570870520306788>.
[Accrsat 19.05.2023]
- [5] <https://www.elprocus.com/lidar-light-detection-and-ranging-working-application/>
[Accrsat 20.05.2023]
- [6] Ordin despre aprobarea Instrucțiunii cu privire la modul de elaborare și actualizare a planurilor cadastrale și geometrice, nr. 140 din 06.08.2012/Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2012, Nr. 1138.
- [7] <https://www.newport.com/n/lidar>.
[Accrsat 20.05.2023]
- [8] <https://luftfartstilsynet.no/en/drones/commercial-use-of-drones/aboutdronesrpa/regulations-of-drones/>.
[Accrsat 21.05.2023]
- [9] BOTNARENCO I., *Consolidarea terenurilor agricole în Moldova (teorie, metode, practică)*. Chișinău: Editura Pontos, 2009.
[Accrsat 21.05.2023]
- [10] <https://skb25.com.ua/services/geodeziya/aerofotosemka/>.
[Accrsat 21.05.2023]
- [11] <https://syomka-s-kvadrokoptera.ru/ajerofotosemka-dlja-kadastra/>.
[Accrsat 21.05.2023]
- [12] <https://translate.google.ro/translate?hl=ro&sl=fi&tl=en&u=http%3A%2F%2Fwww.finlex.fi%2Ffi%2Flaki%2Falkup%2F2014%2F20140864>.
[Accrsat 21.05.2023]
- [13] https://i1.wp.com/www.mlvdroner.fr/wp-content/uploads/2015/02/Notice_drones_-2016_GB_VFF_new_web_Page_2.png.
[Accrsat 21.05.2023]
- [14] <https://www.austrocontrol.at:80/drohnen>.
[Accrsat 21.05.2023]
- [15] <https://www.caa.co.uk/Consumers/Unmanned-aircraft-and-drones/>.

					UTM 0731.2 – 001 ME	Coala
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnătura	Data		12

[Accrsat 21.05.2023]

[16] <https://www.dragosasaftei.ro/ghid-inmatricularea-unei-drone-romania/>.

[Accrsat 21.05.2023]

[17] Legislație: Care sunt condițiile în care poți zbura cu drona în țările UE 2015.

[Accrsat 22.05.2023]

					UTM 0731.2 – 001 ME	Coala
						13
<i>Mod.</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. doc.</i>	<i>Semnătura</i>	<i>Data</i>		