

В.М. Глотов, В.Д. Макаревич

Національний університет "Львівська політехніка"

ВИЯВЛЕННЯ МІСЦЕРОЗТАШУВАННЯ СПАЛАХУ ПООДИНОКОГО ПОСТРІЛУ. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

© Глотов В.М., Макаревич В.Д., 2011

Представлен анализ основных результатов, полученных при испытаниях макетного образца цифрового стереофотограмметрических комплекса наблюдения по выявлению вспышек одиночных выстрелов.

The analysis of the main results obtained during tests model sample stereophotogrammetrical complex digital surveillance to detect outbreaks of single shots.

Постановка проблеми. Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. Захист особового складу від вогневого ураження снайперами противника стає все складнішою проблемою, тому що снайперське озброєння і порядок його застосування вдосконалюються з кожним днем [1, 2]. Тому багато фірм в нашій країні і за кордоном наполегливо розробляють системи виявлення, розпізнавання і знищення снайперів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми. Ці пристрої засновані на використанні різних фізичних принципів і елементної бази. До їх можливих технічних рішень належать: акустичні системи, які вимірюють ударну хвилю від кулі, що пролітає, інфрачервоні датчики, здатні виявляти дуловий спалах або стежити за снарядами в польоті, а також прилади з лазерною підсвіткою цілей, здатні реєструвати відбиток від оптичних приладів спостереження і прицільних пристроїв.

Необхідно зазначити, що всі існуючі антиснайперські системи мають свої переваги та недоліки. Військові експерти в цій галузі стверджують, що системи вимірювання ударної хвилі ефективні тільки проти надзвукових снарядів, якими переважно є снайперські кулі. При використанні дозвукових снарядів або глушників дійсна дальність і точність зброї різко знижуються.

Типова акустична система являє собою зв'язку, що складається з чотирьох мікрофонів, встановлених на тринозі, і процесорного блоку з дисплеєм, який показує горизонтальні і вертикальні кутові координати снайпера. Таким шляхом пішли французькі розробники [6].

Оптична протиснайперська система, що розроблена в США, заснована на використанні лазера, який може автоматично сканувати місцевість. Комп'ютер обробляє відбиті від оптичних приладів сигнали і накладає їхні координати на телевізійне зображення місцевості. Оператор бачить місцевість крізь окуляр підсилювача яскравості.

Інший варіант оптичної системи – інфрачервона камера – виявляє хіміolumінесцентний дуловий спалах, викликаний змінами температури, тиску, щільності і хімічного складу в цьому районі в результаті згоряння порошу. Цифровий процесор визначає місцерозташування снайпера і передає координати на ручний дисплей [6].

Нещодавно з'явилися відомості про новітню російську систему захисту від снайперів "Міраж-1". Система забезпечує сканування простору на 360 градусів навколо об'єкта, що охороняється, або особи. Вона дає змогу виявляти наведення оптичних приладів (прицілів, приладів нічного бачення), а також таємно виявляти і визначати місцерозташування таких приладів, як біноклі, відео- і фотокамери, приціли та інше, зокрема лазерного, нічного і тепловізійного типу. Система ефективно працює на відстанях до 1000 метрів удень і вночі, проти яскравих джерел світла, в умовах поганої

видимості. При виявленні цих атрибутів “роботи” снайперів система подає звуковий сигнал, позначає кутові координати та відстань від нього. Вона також поділяє виявлені прилади на спостережні (біноклі, телеоб’єктиви і т.д.) і прилади прицілювання (лазерні приціли, прилади нічного бачення, оптичні прилади наведення) [6].

Водночас фахівці Московського електролампового заводу “МЕЛЗ-ЕВП” розробили протидієблискувальні насадки для захисту прицілів і біноклів від виявлення оптико-електронними приладами, що діють на основі лазерної локації. Вони на порядок знизили ймовірність виявлення снайпера або спостерігача. Під час випробувань пристрої типу “Антиснайпер” не змогли виявити снайперську оптику навіть на відстані в десять метрів [6].

У Львівській політехніці протягом декількох років випробовують макетний зразок запропонованого цифрового стереофотограмметричного комплексу спостереження (надалі – “DFS”), що може застосовуватися і як “антиснайперський”.

Отже, як вже зазначалося, як у нас, так і за кордоном ведеться активна робота зі створення нових і модернізації морально застарілих протиснайперських систем, які дають змогу виявити, розпізнати і знищити противника в реальному масштабі часу з доволі великою ймовірністю. Системи поки за собівартістю дуже дорогі, але розробляти їх необхідно, тому що вони безпосередньо пов’язані зі збереженням життя військовослужбовців і місцевого населення.

Невирішені частини загальної проблеми. Більшість засобів антиснайперської боротьби розраховані на відстань до 1000 м. З практики сучасних збройних конфліктів низької інтенсивності відомо, що найчастіше обстріл блокпостів та місць розташування особового складу проводиться різними вогневими засобами з відстаней, що перевищують 1000 – 1500 м. Для виявлення зазначених вогневих засобів доводиться конструювати інші системи і комплекси спостереження.

Постановка завдання. Своєчасно виявити застосування вогневих засобів ураження на відстанях до 3000 м, визначити координати їх місцезнаходження, підготувати та передати дані для організації їх ураження за час знаходження їх на вогневій позиції, а також виявити місцезнаходження снайперської позиції за першим пострілом – це завдання, що повинен вирішувати розроблений в Національному університеті “Львівська політехніка” цифровий стереофотограмметричний комплекс спостереження – “DFS”.

Викладення основного матеріалу. Можливості “DFS” вже неодноразово висвітлювались у публікаціях авторів [3–5]. За минулий рік, застосовуючи створений макетний зразок “DFS”, було проведено низку експериментів на місцевості:

- у холі Інституту геодезії Львівської політехніки;
- у Карпатському регіоні (район н.п. Дубове);
- на Яворівському військовому полігоні (район висот Тартак, Бліндажна, Овсяна Гура).

Під час проведення робіт в холі Інституту геодезії відпрацьовувався:

1. Порядок роботи особового складу з розгортання комплексу,
2. Порядок визначення координат точок фотограмметричного базису, опорних точок та контрольних точок;
3. Порядок підготовки до роботи та проведення спостережень з точок фотограмметричного базису;
4. Порядок дій особового складу під час виявлення спалахів поодиноких пострілів, порядок застосування програмного забезпечення ІР-камери.

Вдосконалювалось програмне забезпечення:

1. Порядок автоматизованого застосування даних геодезичної засічки для визначення координат точок фотограмметричного базису та опорних точок;
2. Порядок автоматизованого вибору відеокадрів для ототожнення місць спалахів тощо.

Під час проведення робіт в Карпатському регіоні:

1. Проведено рекогносцирування місцевості з метою визначення положення базису фотографування та геодезичного базису.
2. На місцевості закріплені базиси для цифрового стереознімання та визначення координат точок за допомогою прямої геодезичної засічки.
3. Визначено координати вищевказаних базисів за допомогою GPS-приймачів у статичному режимі із СКП – 5 мм у плані та 2 см за висотою.
4. Виконано виміри, орієнтування та прив'язка геодезичного базису.
5. За допомогою електронного тахеометра проведено виміри горизонтальних та вертикальних кутів на опорні та контрольні точки (10 напрямків) з двох точок базису.
6. У режимі RTK визначено координати вищевказаних точок та додаткових контрольних точок (разом 17) для контролю точності та подальшого визначення координат.
7. Проведено підготовку комплексу “DFS” та виконане знімання цифровою знімальною камерою Canon Mark II із фокусною віддаллю 70 мм при нормальному нахилі (-8°) випадку знімання та рівновідхилі випадку праворуч (3°), тобто з кадру зображення практично було вилучено небосхил. У таблиці оцінено точність за контрольними точками.

**Оцінка точності наземного знімання (м)
(система координат умовна)**

№	X_G	Y_G	Z_G	X_H	Y_H	Z_H	ΔX	ΔY	ΔZ
1	5328455,36	1329001,35	394,69	5328455,58	1329002,30	394,79	0,22	0,95	0,10
2	5328260,16	1328632,66	382,20	5328260,34	1328633,5	382,26	0,18	0,88	0,06
3	5328169,24	1328197,98	399,73	5328169,40	1328198,95	399,77	0,16	0,97	0,04
4	5328451,12	1327456,21	478,16	5328451,24	1327457,44	478,32	0,12	1,23	0,16
5	5328267,75	1327578,44	391,50	5328267,95	1327579,54	391,62	0,20	1,10	0,12
6	5328332,07	1328198,94	427,82	5328332,22	1328199,93	428,00	0,15	0,99	0,18
7	5328501,28	1328589,18	385,75	5328501,52	1328590,19	385,86	0,24	1,01	0,11
8	5328523,79	1329236,36	391,08	5328523,96	1329237,32	391,33	0,17	0,96	0,25
9	5328569,26	1329572,68	480,60	5328569,44	1329573,54	480,81	0,18	0,86	0,21
10	5328422,52	1328488,38	436,19	5328422,76	1328489,28	436,32	0,24	0,90	0,13

$$m_x=0,19 \text{ м} \quad m_y=0,99 \text{ м} \quad m_z=0,14 \text{ м}$$

Як видно з таблиці та значень середніх квадратичних похибок, точність визначення координат точок місцевості не перевищує апріорної [4], що свідчить про роботоздатність комплексу і можливість його застосування для розв'язування відповідних задач.

8. Виконане відеознімання IP-камерою Avigilon 2MP. Камеру зорієнтовано на максимальний збіг з ракурсом цифрової знімальної камери Canon Mark II.

Відеознімання виконували в двох режимах:

- за командою спостерігача;
- автоматично, програмним забезпеченням IP-камери за подією в заданій зоні уваги.

Знімання виконувалось вдень та в темний час доби з метою визначити:

- можливості системи з фіксації змін, що сталися на місцевості на відстанях до 2,5 км.;
- можливості програмного забезпечення (ПЗ) “DFS” з автоматичного реагування на зміни, що відбуваються в зонах уваги вдень і вночі.

Результати знімання за командою спостерігача:

- вдень зафіксоване висування автомобільної техніки до визначеного об'єкта (відстань 1097 м., отримано відеофрагмент, відеокадр);
- вдень зафіксоване висування особового складу до визначеного об'єкта та пересування об'єктом (відстань 1687 м. отримано відеофрагмент);
- вночі зафіксовано спалах на т. 14 (GPS) (відстань 2392 м, отримано відеофрагмент).

Результати знімання з автоматичним вмиканням відеокамери на запис за подією у визначеному спостерігачем районі (районах):

– вночі зафіксовано подію (спалах, розрив, загоряння) у визначеному районі (відстань 2612 м, отримано відеофрагмент, отримано нічний відеокадр, ототожнено місце спалаху на денному відеокадрі за нічним).

– вночі зафіксовано пересування автомобільної техніки у визначених районах (ділянках місцевості) (відстань близько 1200 м, отримано відеофрагменти).

Під час проведення робіт на Яворівському військовому полігоні:

В районі висот Бліндажна та Овсяна Гура в період 21.05.11 р. – 22.05.11 р. було проведено:

1. На висоті Бліндажна було закладено фотограмметричний базис та визначено його координати в “умовній системі координат “Бліндажна””.

2. За допомогою електронного тахеометра з правої точки фотограмметричного базису полярною засічкою визначено координати 7 опорних та 3 контрольних точок на висоті Овсяна Гура (відстань від базису до 3000 м).

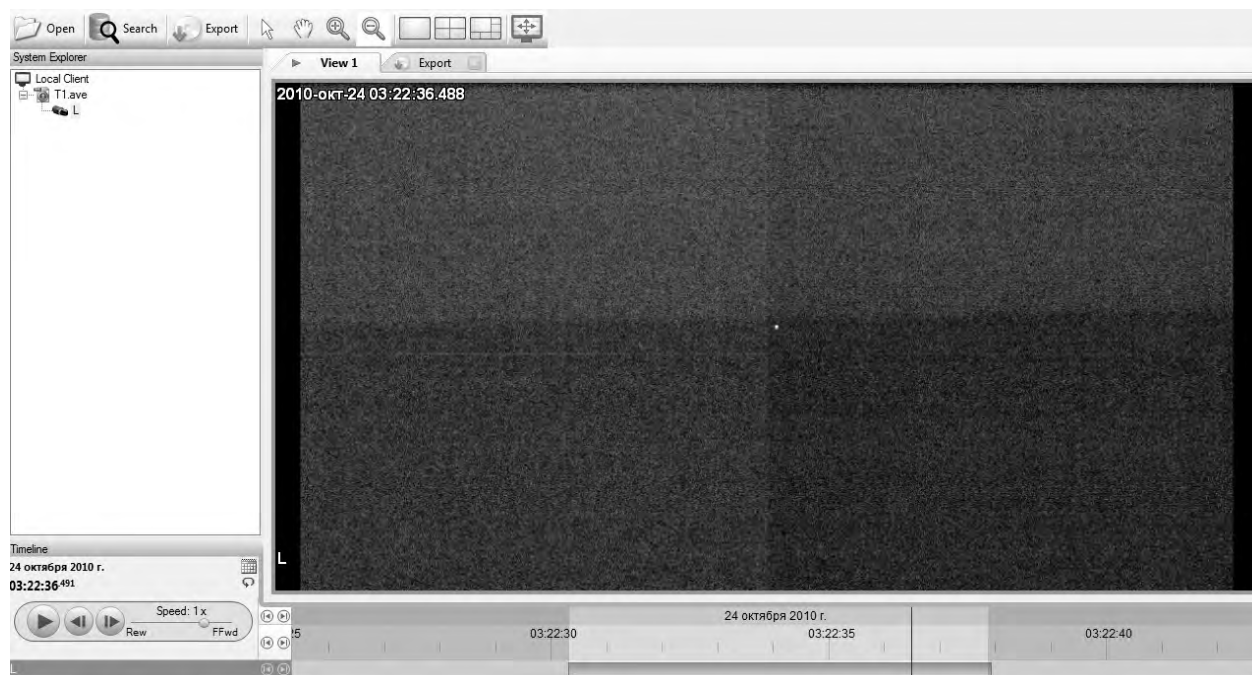
3. Опорні та контрольні точки позначено марками (зображення чорного хреста на білому фоні на фанері розміром 50х50 см). Контрольні точки вибрано на відстані від 10 до 30 м по фронту одна від однієї та на різних відстанях в глибину від базису знімання.

4. На точках базису був змонтований комплекс для подальшого спостереження.

5. Виконано стереознімання цифровою камерою Canon Марк II нормальним та відхиленням випадками знімання з двох точок базису до та після маркування.

6. Відеознімання було проведено вдень з правої точки базису до та після маркування. Необхідні відеокадри експортувалися у вигляді графічних файлів (*.jpg).

7. У темну пору доби з правої точки базису проводилося відеоспостереження за зоною відповідальності (ділянка контрольних точок на вис. Овсяна Гура). На контрольних точках у довільній послідовності, не відомій спостерігачу на комплексі, по черзі було зімітовано спалахи пострілів за допомогою смолоскипів. Загоряння смолоскипів впевнено реєструвалися знімальною камерою (рисунок).



Фіксація спалаху на контрольній точці № 1

8. Запис відеозображення проводився самостійно спостерігачем, який побачив спалах. Необхідні відеокадри експортувалися у вигляді графічних файлів *.jpg або відеофрагментів у форматі *.ave, або відеофрагментів у форматі *.avi.

9. Під час опрацювання матеріалів місцезнаходження спалаху на кожній контрольній точці ототожнювалось на денному відеокадрі за нічним відеокадром з зафіксованим спалахом. Отже, надійно встановлено послідовність проведення спалахів на контрольних точках.

10. Денні відеокадри з перенесеними на них та позначеними умовними знаками місцями спалахів використовували для нанесення в програмному модулі “Компаратор” місць спалахів на денні цифрові знімки з правої точки базису.

Під час виконання робіт в період 21.05.11 р. спостерігач за допомогою комплексу в нічний час визначив заздалегідь йому не відому послідовність проведення імітаційних спалахів на контрольних точках та позначив на денному відеокадрі їх місцезнаходження. Також позначено умовним знаком на денному цифровому знімку місцезнаходження спалаху в районі контрольної точки № 3 шляхом ототожнення за денним відеокадром з нанесеною точкою спалаху.

Підтверджено можливість не тільки впевнено фіксувати спалахи, події вночі за допомогою ІР-камери в складі комплексу, але і ототожнювати місцезнаходження спалахів з точністю $m_x=0,32$ м, $m_y=1,43$ м, $m_z=0,21$ м на 3000 м.

У районі висот Бліндажна та Овсяна Гура в період 06.08.11 р. було проведено:

1. На висоті Бліндажна на попередньо закладених та закріплених на місцевості металевими центрами точках фотограмметричного базису (нового) було змонтовано, зорієнтовано, приведений до “умовної системи координат “Бліндажна”” та готовності до роботи в режимі “Вимірювання” комплекс “DFS”.

2. На висоті Овсяна Гура виконавці закріпили на місцевості марками 6 опорних та 2 контрольні точки.

3. За допомогою комплексу координати марок було визначено полярним способом.

4. Було проведено фото- та відеознімання вдень з двох точок нового базису.

5. На комплексі в ПЗ “DFS” було підготовлено стереопару для роботи в режимі “Спостереження” на лівій точці нового базису.

6. Виконавці блимали “начільним” ліхтарем на контрольних точках у довільній послідовності вдень.

7. Відеокамерою вдень спалахи фіксувались впевнено, що дає змогу ототожнювати місця спалахів на денному цифровому наземному зображенні з лівої точки базису.

8. Місцезнаходження відеокамери не змінювалось до настання темної пори доби.

9. Виконавці вночі блимали “начільним” ліхтарем на контрольних точках у довільній послідовності.

10. Відеокамерою спалахи фіксувались впевнено, спостерігачі виділяли нічний кадр відеоряду із зафіксованим спалахом, ототожнювали на денному кадрі відеоряду точки спалаху, на денному цифровому наземному зображенні – точки спалаху.

11. Було визначено послідовність блимання на контрольних точках.

12. За допомогою ПЗ “DFS” було визначено координати точки, нанесеної на цифрове наземне зображення при ототожненні та підготовлено текстовий звіт з каталогом координат точки для передавання старшому начальнику.

13. Було порівняно координати контрольної точки, визначені двома способами.

Отримано позитивні результати:

Максимальна похибка визначення координат КТ1 не перевищує:
за напрямком – 0,81 м, за відстанню – 2,12 м, за висотою – 0,39 м.

Висновки. 1. Як видно з наведених результатів похибок, точність визначення координат точок місцевості достатня для виявлення об’єктів, що свідчить про роботоздатність комплексу і можливість його застосування для розв’язування відповідних задач.

2. Підтверджено можливість не тільки впевнено фіксувати спалахи, події вночі за допомогою ІР-камери в складі комплексу.

3. Надалі планується автоматизувати запропонований комплекс та вдосконалити програмне забезпечення.

1. *Искусство снайпера*. – М. : Фаир-Пресс, 2005. – 544с.:ил. 2. *FM 23-10, Подготовка снайперов*. – Штаб-квартира Министерства армии США. – Вашингтон, 1994. – С. 5–11. 3. Готов В.М. Визначення координат орієнтирів та цілей цифровим стереофотограмметричним методом // *Збірн. наук. праць „Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва”*. – Львів, 2001. – С. 118–121. 4. Готов В.М., Макаревич В.Д. Оперативне виявлення об'єктів цифровим стереофотограмметричним комплексом під час виконання миротворчих операцій // *Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища – GPS і GIS технології: Збірник матер. X Міжнар. наук.-техн. симпозіуму*. – Львів, 2005. – С. 210–214. 5. Готов В.М., Макаревич В.Д. Спосіб визначення місця спалаху поодинокого пострілу Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища – GPS і GIS технології: *Зб. наук. матер. XIV Міжн. наук.-техн. симпозіум. (Алушта, вересень 2009)*. – Львів, 2009. – С. 162–166. 6. <http://kiev-security.org.ua/box/13/150.shtml>; <http://topwar.ru/2906-ustrojstvo-dlya-obnaruzheniya-snajperov-razmerom-v-chetyre-dyujma.html>; <http://bratishka.ru/zal/sniper/>; <http://www.3dnews.ru/news/armiya-ssha-nachinaet-primeneniye-lichnih-detektorov-vystreliv>; <http://topwar.ru/6065-britanskaya-armiya-nachala-vnedreniye-boomerang-iii.html>; <http://topwar.ru/2344-detektor-vystreliv-snajpery-ne-ostanutsya-nezamechennymi.html>.

УДК 528.7

Р. Рудий, К. Підлуська

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

МОРФОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛЯХУ СНІГОВОЇ ЛАВИНИ

© Рудий Р., Підлуська К., 2011

Исследованы геоморфологические особенности рельефа как одного из основных факторов лавинообразования. Анализ выполнен на основе 3-D модели рельефа конкретной снежной лавины.

The geomorphological features of the relief as one of the main factors of the snow avalanche were investigated in this article. The analysis on the basis of 3-D terrain model of a specific avalanche was performed.

Вступ. У формуванні та сходженні снігової лавини важливу роль відіграє рельєф місцевості. Це не тільки висота та крутизна схилів, а й їх орієнтування відносно сторін світу. Існує діалектична єдність рельєфу земної поверхні та снігових лавин. Рельєф земної поверхні спричиняє виникнення лавин, а снігові лавини, своєю чергою, створюють характерні форми рельєфу. Лавини, що зсуваються по ґрунту, захоплюють з собою велику кількість різноманітних включень, наприклад, каменю, щебеню, деревини тощо, які виносяться лавинами до підніжжя схилу. За кількістю матеріалу, що виноситься, та за розмірами окремих камінних глиб роботу лавин деякі дослідники зіставляють з діяльністю рік та селевих потоків. Отже, за певними формами рельєфу можна прогнозувати лавинну діяльність.

Постановка завдання. Метою роботи є аналіз особливостей рельєфу місцевості, на якій сходила одна з найбільш руйнівних снігових лавин за останні десять років в Українських Карпатах.

Аналіз стану вивчення досліджуваного питання. У результаті сходження мокрого снігу з-під вершини гори Полєнський 24 березня 2006 року виникла снігова лавина, у результаті якої знищено смерековий з домішкою сосни кедрової європейської деревостан віком 70–160 років (рис. 1) [1].