

УДК 355.422/424:355.46 (045)

к.т.н., доц. Савков П.А. (ВІКНУ)

к.т.н., доц. Пампуха І.В. (ВІКНУ)

Циба М.М. (ВІКНУ)

Акімов Р.Ю. (ВІКНУ)

DOI: <https://doi.org/10.17721/2519-481X/2019/65-10>

## **ВИЯВЛЕННЯ ЗАГРОЗ І РИЗИКІВ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОПРОСТОРОВОГО ТА ЧАСОВОГО АНАЛІЗУ**

*У статті запропоновано шляхи виявлення загроз і ризиків під час ведення бойових дій за рахунок комплексного застосування геопросторового та часового аналізу подій. Визначено найбільш важливі критерії подій, за якими проводиться аналіз, для виявлення закономірностей у веденні бойових дій можливим противником. Розглянуто особливості проведення геопросторового та часового аналізу загроз і ризиків та реалізовано його результати у географічному інформаційному програмному продукті ArcGIS Pro.*

*В результаті проведеного у роботі дослідження, запропоновано методика систематизації подій, що відбулись у ході ведення бойових дій та використання цих даних у геопросторовому та часовому аналізі для прогнозування можливої поведінки противника, що дозволить командирів атакувати, перш ніж протиборча сторона знову зможе нанести удар по союзних військах (силах) у місці дислокації. Модель геопросторового та часового аналізу в географічному інформаційному додатку Model Builder направлена на виявлення закономірностей в атаках противника, та включає в себе завантаження статистичних даних, конвертування поля часу та створення часової лінійки, побудову множинного буферу, ідентифікацію за допомогою атрибутивної*

*вибірки. Критерії за якими відбувається виявлення закономірностей включають: локальний та глобальний час атаки, фазу місяця, координати атаки в Military Grid Reference System, тип атаки, вид зброї.*

*Вихідними матеріалами для проведення аналізу є інформація отримана з посібника United States Army's Worldwide Equipment Guide, 2015 року. Вихідні матеріали були систематизовані та розподілені окремо по гілкам аналізу. За результатами геопросторового та часового аналізу, відбувалось виявлення закономірностей та характерних ознак атак противника. Таким чином командири підрозділів отримують певну, достовірну інформацію, яку можуть використовувати для виявлення можливих загроз і ризиків від противника та у плануванні ведення бойових дій.*

*Ключові поняття: виявлення закономірностей між подіями, географічна інформаційна система, геопросторовий аналіз, часовий аналіз.*

**Вступ.** Як свідчить історія, у світі постійно відбуваються збройні конфлікти і 21-е століття цьому не виключення. На території України вже 5 років відбувається збройний конфлікт. Кожна атака противника є загрозою та ризиком для мирного населення та військових. Впровадження нових технологій допомагає зберегти життя та здоров'я військовослужбовців, а також зменшити фінансові витрати. Кожне військове формування, військовий підрозділ – це своєрідна система, що має свої характеристики, особливості та правила функціонування. Кожна атака противника у ході ведення бойових дій має свої параметри, такі як час коли вона відбулась, місцеположення, тип зброї, що застосовувалась при атаці та ін. За допомогою сучасних географічних інформаційних систем можливо підвищити ефективність планування військових операцій та оперативність реагування на атаки противника. А саме за допомогою систематизації даних про попередні атаки у ході ведення бойових дій, та їх обробки шляхом геопросторового та часового аналізу. Виявлення закономірностей у атаках противника може якісніше підготуватись до можливих загроз та ризиків для союзних військ (сил).

**Метою статті** є удосконалення традиційних способів проведення геопросторового та часового аналізу подій у ході ведення бойових дій з метою підвищення ефективності планування операцій та оперативності реагування командиром на загрози та ризики в умовах ведення бойових дій. Обмеженням дослідження, є моделювання ситуації бойових дій за умовами розташування союзних військ (сил) на місці; при аналізі, до уваги беруться лише атаки противника; геопросторовий та часовий аналіз проводиться на основі даних щодо атак противника за 3 місяці ведення бойових дій. Припущенням дослідження є те, що при атаках противник використовує лише сухопутні угруповання, підрозділи, війська (сили), без застосування авіації.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Розвиток сучасних Збройних Сил України (ЗСУ) базується на впровадженні інформаційних технологій. Успіх у сучасному бою напряму залежить від якості управління, а воно, у свою чергу, значною мірою залежить від забезпечення командира достовірною, точною інформацією щодо загроз і ризиків. Планування кожної операції, кожного бою потребує від командира значних зусиль спрямованих на виконання аналітичних процесів, які пов'язані з обробкою різної просторової інформації щодо противника та району ведення бойових дій. Одним з найперспективніших напрямів впровадження геоінформаційних систем і технологій у військовій справі є їх застосування при плануванні та веденні бойових дій [1,2]. Для підвищення ефективності планування у Збройних силах використовується автоматизація. Наразі при автоматизації процесу інтелектуальної діяльності командира використовується підхід в основі якого лежать геоінформаційні системи і технології (ГІСТ). Втім широкому розповсюдженню застосування ГІСТ в автоматизованих системах управління (АСУ) ЗСУ перешкоджають ряд причин. Однією з них є відсутність стандартизованих компонент (баз даних, класифікаторів, протоколів), котрі не дозволяють взаємодію між ГІСТ та АСУ у повній мірі [3-6].

У статті [7] висвітлені тенденції у сферах створення та використання ГІС, інформаційно-управляючих систем, систем підтримки прийняття рішень та навігаційних систем. Визначено місце ГІС у сучасних інтелектуальних системах, а також досліджено навігаційні системи як джерело геопросторової інформації.

У праці [8] проведено порівняльний аналіз геоінформаційних програмних продуктів. Цілком зрозуміло, що всім вимогам, що висувуються до програмних засобів, які можуть бути використані при формуванні географічної інформаційної системи військового призначення, найбільш задовольняють системи ArcGIS. В даний час, налаштування на конкретного користувача - найголовніша тенденція для ГІС військового призначення [9]. Сучасний інформаційний простір зумовлює те, що більша частина (80-90%) інформації з якою працюють органи військового управління має просторово-часову прив'язку. Користувач може отримати будь-яку інформацію з приводу певного питання тільки за умови наявності відповідного інструментарію, застосування якого дозволяє аналізувати взаємозв'язок можливих подій або подій, що вже відбулись чи відбуваються. Проблема складності прогнозування та аналітичної діяльності зумовлена інтенсивністю, динамічністю процесів та збільшенням у геометричній прогресії кількості вхідних даних [10,11].

У праці [12] досліджено процес інтелектуального аналізу геопросторових даних (ІАГД). Даний процес містить основні етапи перетворення даних. Кожний ІАГД користувач здійснює з певною метою на основі вхідних баз даних та баз знань, які відповідають конкретному проблемному напрямку. Також досліджено поняття просторової класифікації та прогнозування у ГІС.

У військовому стандарті [13] чітко дані визначення понять: геоінформаційна технологія, геопросторова інформація, аналіз геопросторової інформації, узагальнення геопросторової інформації, геопросторовий аналіз, геопросторовий об'єкт, результат геопросторового аналізу, геопросторові дані.

У праці [14] розглянуто геопросторовий аналіз як метод космічної ситуаційної обізнаності. Геопросторовий аналіз у цілому використовується для вирішення широкого кола проблем пов'язаних з космічним середовищем, космічними системами та впливом їх на ведення бойових дій.

Праця [15] є ґрунтовною у визначенні методологічної основи геопросторового аналізу. За базовою категорією геоінформатики – методом просторово-часових відношень – визначено, що всі дані про об'єкти представляються у вигляді поєднання тематичної, позиційної та часової компонент.

За останні десятиліття у світі накопичено значну кількість геоданих збережених на різних носіях та у різному вигляді. Для вирішення завдань з обробки цих даних, у безпосередній взаємодії з базою геоданих, доцільно використовувати мову структурних запитів представлену через середовище ModelBuilder [16].

У праці [17] визначено базовий набір геоінформаційних ресурсів який є мінімально необхідним для забезпечення геоінформаційної підтримки та ведення геопросторового аналізу, а також визначено особливості використання геоданих з різних ресурсів.

У статті [18] запропоновано використання геопросторового аналізу задля виявлення зон затоплення, шляхом злиття різнорідних даних з різних джерел.

У праці [19] досліджено застосування радарів із синтезованою апертурою для високоточного геопросторового моніторингу. На основі даних високоточного моніторингу засобами ГІС виявляються та прогнозуються загрози у гірничодобувному виробництві для зменшення ризику аварій та катастроф на виробництві.

У доповіді [20] розглянуто перспективи застосування ГІС у геопросторовій інтелектуальній діяльності, а також розкрито можливість поєднання традиційних методів збору інформації у ГІС з іншими форматами збору інформації.

Практичне застосування геопросторового аналізу для вирішення завдань підтримки прийняття рішень розглянуто на прикладі мульти-модальної імітаційної моделі розміщення військового підрозділу [21], геоінформаційної моделі планування військових операцій у прибережній зоні [22] та моделі визначення точки скидання бойових роботів при бойовому плануванні [23].

Розвиток засобів та інструментів геопросторового аналізу, а також можливість їх поєднання з результатами часового аналізу, збільшення, у геометричній прогресії, інформації, що

надходить до командира у ході ведення бойових дій – разом, зумовлюють актуальність даного дослідження.

**Виклад основного матеріалу.** Результати аналізу статистичних даних щодо атак, які відбуваються на полі бою, показали, що всі вони мають спільні параметри, якими можна їх охарактеризувати. Кожен військовий підрозділ має свої характеристики, тактичні можливості, цільові завдання, що виконуються на полі бою. Кожен командир підрозділу, як союзного так і ворожого, напрацьовує свою тактику ведення бойових дій та планування операцій. За допомогою систематизації даних про події (атаки), та шляхом їх подальшого комплексного геопросторового та часового аналізу інструментами географічного інформаційного програмного продукту ArcGIS Pro – можливо виявити майбутні загрози та ризики у ході ведення бойових дій. Чим більший об'єм інформації застосовується для аналізу тим точніше виявляються закономірності у особливостях атак противника.

Основними параметрами подій, за якими проводиться аналіз, є просторове положення та час нападу. Саме ці параметри найважливіші при геопросторовому та часовому аналізі задля виявлення загроз і ризиків. У результаті виявлення просторових та часових закономірностей, особливостей, в атаках конкретного підрозділу противника, підвищується ефективність реагування на загрози, а також це дозволить командирю атакувати, перш ніж противник знову зможе нанести удар по дружнім силам у місці дислокації.

Постає необхідність визначити можливості програмного продукту ArcGIS Pro та вибрати з його арсеналу інструменти, які дозволять структурувати вхідні дані про події та на основі них отримати нові, що дозволять виявляти загрози і ризики.

Геопросторовий аналіз в ArcGIS Pro дозволяє вирішувати складні завдання пов'язані з географічними положеннями, він дозволяє краще розуміти, що і де відбувається в цьому світі. Він виходить за межі картографії, дозволяючи вивчати характеристики різних місцеположень та існуючі взаємозв'язки. Цей аналіз додає нові можливості для прийняття оптимальних рішень.

Кожного разу при погляді на карту ми, насправді, починаємо перетворювати карту в інформацію, аналізуючи її зміст: шукаючи закономірності в розподілі, визначаючи тренди або роблячи висновки. Такий процес називається "геопросторовим аналізом", це наше природне сприйняття карти.

Геопросторовий аналіз є найбільш цікавою складовою ГІС. За його допомогою можна поєднувати інформацію з різних джерел і витягувати якісно нову інформацію, застосовуючи складні комбінації операцій геообробки. Значна колекція інструментів геопросторового аналізу допомагає знайти відповіді на складні питання, пов'язані з організацією просторових об'єктів. За допомогою статистичного аналізу можна зрозуміти, чи є спостережувані закономірності значущими.

Геопросторовий аналіз дозволяє виконувати наступне:

- визначення відношень просторових об'єктів (Determine relationships);
- вивчення та опис просторових об'єктів й подій (Understand and describe locations and events);
- визначення та кількісна оцінка закономірностей (Detect and quantify patterns);
- прогнозування (Make predictions);
- пошук оптимальних місцеположень та шляхів (Find best locations and paths).

Використовуючи потужні аналітичні можливості і функціональність геообробки в ArcGIS Pro можливо виконати геопросторовий аналіз практично будь-якого типу. Геопросторовий аналіз в ArcGIS Pro розширено з 2D до 3D, а також доповнено аналізом часу.

Додатковий модуль ArcGIS Geostatistical Analyst дозволяє виконати аналіз і прогнозування значень, пов'язаних з просторовим або просторово-часовим явищем. Надає можливість моделювання поверхні з використанням детерміністського і геостатистичного методів. Надані інструменти повністю інтегровані в середовища ГІС моделювання і дозволяють фахівцям ГІС створювати моделі інтерполяції, оцінювати їх якість до використання в подальшому аналізі. Поверхні (вихідні моделі) можуть надалі використовуватися в моделях (в ModelBuilder і Python), відображатися і аналізуватися за допомогою інших додаткових мо-

дулів ArcGIS, таких як ArcGIS Spatial Analyst і ArcGIS 3D Analyst. Додатковий модуль ArcGIS Geostatistical Analyst містить майстер операцій геостатистики і набір інструментів геообробки, які спеціально розроблені для вивчення даних, виявлення закономірностей, створення поверхонь інтерполяції і подальшої обробки результатів.

Для управління даними або виконання операцій геопросторового аналізу використовуються інструменти геообробки в ArcGIS Pro. ModelBuilder використовується для створення, зміни та управління моделями геообробки, які автоматизують роботу з цими інструментами. Модель геообробки – набір робочих процесів (у вигляді інструментів геообробки), що послідовно з'єднані один з одним та передаючи вихідні дані одного інструменту в інший як вхідні дані. ModelBuilder можна також розглядати як візуальну мову програмування для побудови робочих потоків.

Щоб побудувати модель геообробки в ModelBuilder, потрібно додати інструменти і дані в модель, а після цього встановити між ними зв'язки, щоб задати порядок виконання моделі. Далі залишається тільки запустити користувацький набір інструментів та отримувати вихідний результат.

*Методика використання геоінформаційного програмного продукту ArcGIS Pro для виявлення загроз і ризиків в умовах ведення бойових дій.* З метою підвищення якості процесу планування операцій та прогнозування можливих місць атаки противника було запропоновано методику, яка дозволяє визначити закономірності у діях противника та виявити на їх основі майбутні загрози та ризики (місце та час критичних подій), що у свою чергу збереже життя та здоров'я військових, мирного населення.

Запропонована методика дозволяє підвищити ефективність вирішення наступних задач:

- фіксація, збереження, передача даних (просторової, часової, атрибутивної інформації) щодо фактів атак противника, їх систематизація;
- можливість для військовослужбовців усіх рівнів управління застосувати повний функціонал програмного продукту ArcGIS Pro;
- можливість передачі командирами свого досвіду та напрацювань під час ротацій підрозділів;
- гнучкість геопросторової моделі та можливість автоматизації процесу геопросторового та часового аналізу.

Методика складається з наступних етапів:

1. Відбір критеріїв та систематизація вхідних даних щодо подій на полі бою (у місці дислокації);
2. Конвертування поля часу та часового поясу;
3. Вибір інструментів Geostatistical Analyst для проведення аналізу та обробка даних в середовищі Model Builder;
4. Відображення та передача результатів обробки командирам підрозділів.

*Відбір критеріїв та систематизація вхідних даних щодо подій на полі бою (у місці дислокації).* В умовах ведення бойових дій військовослужбовці стикаються з різного роду загрозами та ризиками. У більшості випадків найбільшу загрозу для дружніх підрозділів представляє атака противника. Для виявлення закономірностей у тактиці противника потрібно систематизувати дані про події. Найбільш простим та доступним методом систематизації є створення електронної таблиці у форматі файла.xlsx заснований на на Open XML. Дана електронна таблиця має містити наступні поля:

- час атаки (локальний);
- день тижня;
- фази місяця;
- загальне місцеположення атаки;
- координати атаки в Military Grid Reference System (далі MGRS);
- координати атаки в десяткових градусах широти та довготи;
- тип атаки;
- вид зброї, що переважно використовувалась при атаці;
- підрозділ, відповідальний за атаку;

- точки запуску та влучання снарядів в MGRS;
- точки запуску та влучання снарядів в десяткових градусах широти та довготи;
- примітки з важливою інформацією відносно даної атаки.

Згідно з посібником United States Army's Worldwide Equipment Guide, 2015 року [24] - події (атаки) бувають різного типу, як за основу даного дослідження взято виявлення таких загроз: атака із закритих позицій, (Indirect Fire (IDF)), атака зі стрілецької зброї (Small-Arms Fire (SAF)), атака з застосуванням засобів ППО (Surface-to-Air Missile (SAM)), атака з застосуванням саморобних вибухових пристроїв (IED) та ін.

Сама по собі електронна таблиця формату файлу xlsx не дає наочного представлення командирів щодо просторових та часових закономірностей. Дану електронну таблицю зручно передавати засобами АСУ. Наступним кроком є завантаження електронної таблиці до ArcGIS Pro та подальше налаштування даних.

*Конвертування поля часу та часового поясу.* Час є одним з найцікавіших параметрів для виявлення закономірностей у подіях. Конкретні події можуть повторюватись з певною періодичністю. В попередньо завантаженій таблиці час атак вказано за місцевим часом. Інструмент Excel to Table перевантажив дані про час в атрибутивне поле текстового типу, хоча формат поля дат оптимізований в базі геоданих для зберігання і обробки часових даних, потрібно переформатувати тимчасові дані, щоб можна було створювати мітки часу, необхідні для конвертації місцевого часу в Coordinated Universal Time (далі) UTC.

Наступним етапом підготовки часових даних є конвертування часового поясу. За допомогою інструменту Convert Time Zone ми приводимо стандартний місцевий час до світового координованого часу UTC. Таким чином ми можемо використовувати наші дані спільно з іншими підрозділами, які можуть знаходитись за тисячі кілометрів від місця дислокації підрозділу.

*Вибір інструментів Geostatistical Analyst для проведення аналізу та обробка даних в середовищі Model Builder.* ModelBuilder являє собою інтуїтивно зрозуміле середовище для комбінування інструментів геообробки. Моделі геообробки допомагають автоматизувати і документувати просторовий аналіз та процеси управління даними. Модель відображена у вигляді табличної діаграми, у якій відображається послідовність процесів та інструментів геообробки, модель використовує послідовне або паралельне виконання, а також можливе їх комбінування.

Вихідними даними для аналізу, є шари утворені з електронної таблиці, що містять просторово-часову та атрибутивну інформацію щодо атак, загроз та ризиків, що відбулись за певний проміжок часу у ході ведення бойових дій.

В процесі виконання геопросторового і часового аналізу, відбувається прогностичний аналіз даних. Прогностичний аналіз виконує вивчення нещодавньої поведінки для прогнозування подальших подій. Виявлення закономірностей грає важливу роль для ураження противника. Не існує єдиного правильного способу виявлення закономірностей; нерідко покладаються на уяву і інструменти аналізу. Для прогностичного аналізу у даному прикладі проведено аналіз просторових і часових закономірностей атак на базовий табір. Для виявлення закономірностей ми будемо використовувати два інструменти геообробки: Множинний буфер (Multiple Ring Buffer) і Часова лінійка (Time Line). Інструмент Множинний буфер при обчисленні буферних відстаней використовує проекцію на площину, не враховуючи при цьому кривизну земної поверхні. Відповідно до того, що кожна зброя має певні ТТХ, кожен конкретний підрозділ має свої можливості - значення буферних кіл взяті з посібника United States Army's Worldwide Equipment Guide, 2015 року [24]. Побудова буферних кіл дозволяє зрозуміти з яких зон може відбутись атака та з якого озброєння (наприклад буферні зони дозволяють розділити обстріли 107 мм і 122 мм снарядами.). У поєднанні з інструментами зон видимості та евклідової відстані можливо виключити деякі місця з яких буде проведено атаку.

Часова лінійка дозволяє виявити закономірності у активності противника в залежності від часу доби, дня тижня та фази Місяця. В результаті проведення часового аналізу ми отримуємо шар у якому розподілені місця атак за часом. Якщо ввімкнути бігунок часу ми може-

мо наглядно побачити, наприклад, що “Зелені” найбільш активні у період з 3:00 до 5:30 за локальним часом, а також те, що 80% атак припадає на дні коли фаза Місяця більша за 0,75. За допомогою зваженого накладання результатів аналізу множинного буферу та часового аналізу, можливо виокремити кластери, які поєднують напади за спільними ознаками.

*Відображення та передача результатів обробки командирам підрозділів.* В результаті виконання геопросторового та часового аналізу було отримано растр із кластерними зонами, які наглядно показують командиру в якому місці і в який час відбуваються атаки противника. Ефективним варіантом відображення даної інформації є інтерактивні web-додатки. Командир може наглядно побачити, яким точкам на місцевості надає перевагу противник для своїх атак, від чого вони залежать, та в якій послідовності вони відбуваються, може виокремити потрібну інформацію шляхом атрибутивної вибірки та застосувати її для подальшого ефективного планування операцій.

Отримані результати можна поширювати різними способами:

- спеціальні карти та фотосхеми;
- електронні топографічні карти;
- інтерактивні web-карти;
- через Геоінформаційний портал Збройних Сил України, створений у мережі «Дніпро».

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Розроблено методику проведення геопросторового та часового аналізу подій з метою виявлення загроз і ризиків в умовах ведення бойових дій. Обмеженням дослідження є моделювання ситуації бойових дій за умовами розміщення союзних військ (сил) на місці; при аналізі враховувались лише атаки противника; геопросторовий та часовий аналіз проводився на основі даних щодо атак противника за 3 місяці ведення бойових дій. Припущенням дослідження було те, що при атаках противник використовує лише сухопутні угруповання, підрозділи, війська (сили), без застосування авіації.

Для досягнення поставленої мети було здійснено аналіз: просторових та часових закономірностей атак та визначено їх вплив на подальші загрози та ризики; можливостей геопросторового та часового аналізу та його реалізації в програмному продукті ArcGIS Pro з метою розробки методики виявлення закономірностей у подіях.

Ротація підрозділів спричиняє те, що новоприбувший командир підрозділу стикається з нестачею даних про попередні події, атаки, та закономірності між ними. Ведення бази даних з атрибутивними, просторовими, часовими даними щодо всіх подій (атак) у певному районі ведення бойових дій дозволяють подолати проблему нестачі даних. Таким чином командири підрозділів отримують певну, достовірну інформацію, яку можуть використовувати при плануванні операцій.

Запропонована методика дозволяє підвищити ефективність планування командиром бойових операцій та надає йому надійну, достовірну інформацію щодо закономірностей у діях противника. Перспективним напрямком є доповнення, кожної події у базі даних аналізу, документальними фактами та цифровою інформацією у вигляді відео-, фото-матеріалів, це дозволить покращити якість процесу фіксації фактів атак та допоможе командирові краще зрозуміти характер дій противника. У подальших дослідженнях доцільно збільшити часовий проміжок даних на основі яких проводиться геопросторовий та часовий аналіз.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Беленков В.В., Корж М.М. Основные направления применения геоинформационных технологий в военном деле. *Информационные технологии и компьютерная инженерия*. Вінниця. ВНТУ. 2006. №3 (7). С.98-101.
2. Боханов І.І. Застосування геоінформаційних систем у військовій справі. *Технічні науки та технології*. Чернігів. ЧНТУ. 2015. №1 (1). С.76-80.
3. Зацерковный В.И. Анализ возможностей повышения эффективности боевых действий с помощью геоинформационных систем. *Артиллерийское и стрелковое вооружение*. Чернигов. ЧГИЭиУ. 2009. №3. С.38-46.

4. Сосса Р.І., Голубінка Ю.І. Сучасні виклики до топогеодезичного та картографічного забезпечення сектору безпеки та оборони держави. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка військово-спеціальні науки*. К.: ВІКНУ. 2017. Вип. 1(36). С. 20-23.
5. Чорнокнижний О.А., Писаренко Р.В. Теоретичні основи створення геоінформаційної системи військового призначення. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка військово-спеціальні науки*. К.: ВІКНУ. 2012. №28. С.53-55.
6. Тарасов В.М., Чорнокнижний О.А. Проблемні питання створення географічної інформаційної системи в тактичній ланці управління військами (силами). *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. Київ. Нац. ун-т оборони України ім. Івана Черняховського. 2012. №2 (14). С. 97-100.
7. Тимчук В.Ю., Тревого І.С. Перспективи розвитку геоінформаційних технологій для військових задач. *Розроблення та модернізація ОБТ*. Львів. Академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного. 2010. (3). С.33-40.
8. Нікіфоров М.М., Пампуха І.В., Лоза В.М., Швайко В.Г., Савран В.О. Обґрунтування та вибір геоінформаційної системи та технології під час планування та виконання бойових завдань. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. К.: ВІКНУ. 2018. Вип. 62. С. 97-107.
9. Ajey Lele. Virtual reality and its military utility. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. February 2013, Volume 4, Issue 1, pp 17–26. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-011-0052-4>
10. Кубявка М.Б., Кубявка Л.Б., Лоза В.М. Моніторинг загроз і ризиків в умовах створення системи національної безпеки при використанні засобів відображення геопросторових даних. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. К.: ВІКНУ. 2018. Вип. 61. С. 81-90.
11. Чорнокнижний О.А., Савченко В.А., Салій А.Г., Власенко Г.М. Підвищення інтелектуального рівня засобів обробки інформації в геоінформаційних системах військового призначення. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. Київ. Нац. ун-т оборони України ім. Івана Черняховського. 2010. №1 (7). С.61-62.
12. Путренко В.В. Системні основи інтелектуального аналізу геопросторових даних. *Системні дослідження та інформаційні технології*. Київ. Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу» НТТУ «КПІ» МОН та НАН України. 2015. №3. С.20-33.
13. Військовий стандарт ВСТ 01.101.007 – 2017 (01). “Воєнна розвідка. Геопросторова розвідка. Терміни та визначення” Видання 1.
14. Ковбасюк С.В., Випорханюк Д.М. Геопросторовий аналіз як метод космічної ситуаційної обізнаності. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. Київ. Нац. ун-т оборони України ім. Івана Черняховського. 2019. №1 (34). С. 75-82.
15. Попов М.О., Серединін Є.С. Геоінформаційні системи та технології в завданнях оборони й національної безпеки. *Наука і оборона*. Київ. Нац. ун-т оборони України ім. Івана Черняховського. 2009. № 3. С. 49–56.
16. Савков П.А., Писаренко Р.В., Шмиголь Є.В. Методика проведення геопросторового аналізу в сучасних геоінформаційних системах. *Тези доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції “Військова освіта і наука: сьогодення та майбутнє” за заг. редакцією В.В. Балабіна*. К.: ВІКНУ. 2015. С.352.
17. Подліпаєв В.О. Базовий набір типових геоінформаційних ресурсів для здійснення геоінформаційної підтримки та ведення геопросторового аналізу. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. Київ. Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. 2019. №2 (54). С. 12-17.
18. Куслуль Н.Н., Зельк Я.И., Скакун С.В., Шелестов А.Ю. Геопространственный анализ рисков на основе слияния данных. *Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса*. Киев. Институт космических исследований НАНУ-НКАУ. 2010. №2 (7). С. 55-66.
19. Тревого І., Горб А., Мелешко О. Застосування радарів із синтезованою апертурою для високоточного геопросторового моніторингу. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Львів. Інститут геодезії Національного університету „Львівська політехніка”. 2017. №1 (33). С.44-46.
20. Писаренко І.А., Акімов Р.Ю. Перспективи застосування ГІС у геопросторовій інтелектуальній діяльності. *Тези доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції “Військова освіта і наука: сьогодення та майбутнє” за заг. редакцією І.В. Толока*. К.: ВІКНУ. 2018. С.365.
21. Ugur Z.Yildirim, Barbaros C.Tansel, Ihsan Sabuncuoglu. A multi-modal discrete-event simulation model for military deployment. *Simulation Modelling Practice and Theory*. April 2009, Volume 17, Issue 4,

pp 597-611. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://repository.bilkent.edu.tr/bitstream/handle/11693/22794/A\\_multi-modal\\_discrete-event\\_simulation\\_model\\_for\\_military\\_deployment.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.bilkent.edu.tr/bitstream/handle/11693/22794/A_multi-modal_discrete-event_simulation_model_for_military_deployment.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

22. S. Fleming, T. Jordan, M. Madden, E.L. Usery, R. Welch. GIS applications for military operations in coastal zones. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. №64. 2009. pp. 213-222. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://spatial.usc.edu/wp-content/uploads/2016/08/ISPRS\\_2009\\_Fleming\\_et-al\\_Journal-Entry.pdf](https://spatial.usc.edu/wp-content/uploads/2016/08/ISPRS_2009_Fleming_et-al_Journal-Entry.pdf)

23. Min-Wook Kang, Manoj K. Jha, Gautham Karri. Determination of Robot Drop Location for Military Path Planning Using GIS Application. *RECENT ADVANCES in COMPUTER ENGINEERING and APPLICATIONS*. Baltimore. USA. Morgan State University. January 2010. pp. 194-200. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://www.researchgate.net/profile/Min\\_Wook\\_Kang2/publication/228967363\\_Determination\\_of\\_robot\\_drop\\_location\\_for\\_military\\_path\\_planning\\_using\\_GIS\\_application/links/547ea4460cf2d2200ede9c27.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Min_Wook_Kang2/publication/228967363_Determination_of_robot_drop_location_for_military_path_planning_using_GIS_application/links/547ea4460cf2d2200ede9c27.pdf)

24. Worldwide Equipment Guide (WEG) Update 2015. Fort Leavenworth. USA. Department Of The Army United States Army Training And Doctrine Command TRADOC G-2 Leavenworth. December 2015. Volume 1, Chapter 1-12. p. 658. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/WorldwideEquipmentGuide\\_2015\\_Ground\\_Systems.pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/WorldwideEquipmentGuide_2015_Ground_Systems.pdf)

#### REFERENCES:

1. Belenkov V.V., Korzh M.M. (2006), "Osnovnyye napravleniya primeneniya geoinformatsionnykh tekhnologiy v voyennom dele" [The main directions of the use of geographic information technologies in military affairs], *Information technology and computer engineering*, No. 3(7), pp. 98-101.

2. Bohanov I.I. (2015), "Zastosuvannya heoinformatsiynykh system u viys'koviy spravi" [Application of geographic information systems in military affairs], *Technical sciences and technology*, No. 1(1), pp. 76-80.

3. Zatserkovny V.I. (2009), "Analiz vozmozhnostey povysheniya effektivnosti boyevykh deystviy s pomoshch'yu geoinformatsionnykh sistem" [Analysis of the possibilities to increase the effectiveness of military operations using geographic information systems], *Artilleriyskoye i strelkovoye vooruzheniye*, No. 3, pp. 38-46.

4. Sossa R.I., Golubinka Yu.I. (2017), "Suchasni vyklyky do topoheodezychnoho ta kartohrafichnoho zabezpechennya sektoru bezpeky ta oborony derzhavy" [Modern calls to topographical geodesy and cartographic providing to the sector of safety and defensive of the state], *Visnyk Kyivs'koho natsional'noho iniversytetu imeni Tarasa Shevchenka vijs'kovo-spetsial'ni nauky*, No. 1(36), pp. 20-23.

5. Chornoknizhnyj O.A., Pysarenko R.V. (2012), "Teoretychni osnovy stvorenniya heoinformatsiynoyi systemy viys'kovoho pryznachennya" [Theoretical bases of creation of geoinformation system of military purpose], *Visnyk Kyivs'koho natsional'noho iniversytetu imeni Tarasa Shevchenka vijs'kovo-spetsial'ni nauky*, No. 28, pp. 53-55.

6. Tarasov V.M., Chornoknizhnyj O.A. (2012), "Problemni pytannya stvorenniya heohrafichnoyi informatsiynoyi systemy v taktychniy lantsi upravlinnya viys'kamy (sylamy)" [Problematic issues of creation of geographical information system in the tactical link of control of troops (forces)], *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, No. 1(14), pp. 97-100.

7. Tymchuk V.Yu., Trevoho I.S. (2010), "Perspektyvy rozvytku heoinformatsiynykh tekhnolohiy dlya viys'kovykh zadach" [The ways of development of geographic information systems for military purposes], *Rozroblennya ta modernizatsiya OVT*, (3), pp. 33-40.

8. Nikiforov M.M., Pampukha I.V., Loza V.M., Schweiko V.G., Savran V.O. (2018), "Obgruntuvannya ta vybir heoinformatsiynoyi systemy ta tekhnolohiyi pid chas planuvannya ta vykonannya boyovykh zavdan" [A ground and choice of geographic information system and technologies is during planning and implementation of combat missions], *Zbirnyk naukovykh prac' Vijs'kovogo instytutu Kyi'vs'kogo nacional'nogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka*, No. 62, pp. 97-107.

9. Ajele Lele. (2013), "Virtual reality and its military utility" [Virtual reality and its military utility], *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, No. 1(4), pp. 17-26, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-011-0052-4> (accessed 15 October 2019).

10. Kubyavka M.B., Kubyavka L.B., Loza V.M. (2018), "Monitorynh zahroz i ryzykiv v umovakh stvorenniya systemy natsional'noyi bezpeky pry vykorystanni zasobiv vidobrazhennya heoprostorovykh danykh" [Monitoring of threat and risks in the conditions for the establishment of a national security system under the use of geoprostoring data explaining means], *Zbirnyk naukovykh prac' Vijs'kovogo instytutu Kyi'vs'kogo nacional'nogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka*, No. 61, pp. 81-90.

11. Chernoknizhnyj O.A., Savchenko V.A., Saliy A.G., Vlasenko G.M. (2010), "Pidvyshchennya intelektual'noho rivnya zasobiv obrobky informatsiyi v heoinformatsiynykh systemakh viys'kovoho pryznachennya" [Increasing the intellectual level of information processing tools in military geoinformation systems], *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, No. 1(7), pp. 61-62.
12. Putrenko V.V. (2015), "Systemni osnovy intelektual'noho analizu heoprostorovykh danykh" [Systematic basics of geospatial data mining], *Systemni doslidzhennya ta informatsiyi tekhnolohiyi*, No. 3, pp. 20-33.
13. The Military Standard of the Inspectorate 01.101.007–2017 (01) (2017), "Voyenna rozvidka. Heoprostorova rozvidka. Terminy ta vyznachennya. Vydannya 1" [Military Intelligence. Geospatial intelligence. Terms and Definitions. Edition 1].
14. Kovbasiuk S.V., Vyporkhaniuk D.M. (2019), "Heoprostorovyy analiz yak metod kosmichnoyi sytuatsiynoi obiznanosti" [Geological analysis as a method space situation awareness], *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, No. 1(34), pp. 75-82.
15. Popov M.O., Seredynin Ye.S. (2009), "Heoinformatsiyi systemy ta tekhnolohiyi v zavdannakh obrony y natsional'noyi bezpeky" [Geoinformation Systems and Technologies in Problems of Defense and National Security], *Science and defense*. No. 3, pp. 49-56.
16. Savkov P.A., Pysarenko R.V., Shmyhol' Ye.V. (2015), "Metodyka provedennya heoprostorovoho analizu v suchasnykh heoinformatsiynykh systemakh" [Methods of geospatial analysis in modern geoinformation systems], *Tezy dopovidey XI Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi "Viys'kova osvita i nauka:s'ohodennya ta maybutnye"* za zah. redaktsiyeyu V.V. Balabina, p.352.
17. Podlipaiev V.O. (2019), "Bazovyy nabir typovykh heoinformatsiynykh resursiv dlya zdiysnennya heoinformatsiyoi pidtrymky ta vedennya heoprostorovoho analizu" [Basic set of typical geoinformation resources for the implementation of geoinformation support and processing of geoprostor analysis], *Systemy upravlinnya, navihatsiyi ta zv'yazku. Zbirnyk naukovykh prats'*, No. 2(54), pp. 12-17.
18. Kussul N.N., Zyelyk Ya.I., Skakun S.V., Shelestov A.Yu. (2010), "Geoprostranstvennyy analiz riskov na osnove sliyaniya danykh" [Geospatial risk analysis based on data fusion], *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya zemli iz kosmosa*, No. 2(7), pp. 55-66.
19. Trevoho I., Horb A., Meleshko O. (2017) "Zastosuvannya radariv iz syntezovanoyu aperturoyu dlya vysokotochnoho heoprostorovoho monitorynhu" [Application of radar with synthetic aperture for high-precision geospatial monitoring], *Suchasni dosyahnennya heodezychnoyi nauky ta vyrobnytstva*, No. 1(33), pp. 44-46.
20. Pysarenko I.A., Akimov R.Yu. (2018), "Perspektyvy zastosuvannya HIS u heoprostoroviy intelektual'niy diyal'nosti" [Prospects for the use of GIS in geospatial intellectual activity], *Tezy dopovidey XIV Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi "Viys'kova osvita i nauka:s'ohodennya ta maybutnye"* za zah. redaktsiyeyu I.V. Toloka, p.365.
21. Ugur Z.Yildirim, Barbaros C.Tansel, Ihsan Sabuncuoglu (2009), "A multi-modal discrete-event simulation model for military deployment" [A multi-modal discrete-event simulation model for military deployment], *Simulation Modelling Practice and Theory*, No. 4(17), pp. 597-611, [http://repository.bilkent.edu.tr/bitstream/handle/11693/22794/A\\_multi-modal\\_discrete-event\\_simulation\\_model\\_for\\_military\\_deployment.pdf?sequence=201&isAllowed=y](http://repository.bilkent.edu.tr/bitstream/handle/11693/22794/A_multi-modal_discrete-event_simulation_model_for_military_deployment.pdf?sequence=201&isAllowed=y) (accessed 16 October 2019).
22. S. Fleming, T. Jordan, M. Madden, E.L. Usery, R. Welch (2009), "GIS applications for military operations in coastal zones" [GIS applications for military operations in coastal zones], *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, No. 64, pp. 213-222, [https://spatial.usc.edu/wp-content/uploads/2016/08/ISPRS\\_2009\\_Fleming\\_et-al\\_Journal-Entry.pdf](https://spatial.usc.edu/wp-content/uploads/2016/08/ISPRS_2009_Fleming_et-al_Journal-Entry.pdf) (accessed 16 October 2019).
23. Min-Wook Kang, Manoj K. Jha, Gautham Karri (2010), "Determination of Robot Drop Location for Military Path Planning Using GIS Application" [Determination of Robot Drop Location for Military Path Planning Using GIS Application], *RECENT ADVANCES in COMPUTER ENGINEERING and APPLICATIONS*, Morgan State University, pp. 194-200, [https://www.researchgate.net/profile/Min\\_Wook\\_Kang2/publication/228967363\\_Determination\\_of\\_robot\\_drop\\_location\\_for\\_military\\_path\\_planning\\_using\\_GIS\\_application/links/547ea4460cf2d2200ede9c27.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Min_Wook_Kang2/publication/228967363_Determination_of_robot_drop_location_for_military_path_planning_using_GIS_application/links/547ea4460cf2d2200ede9c27.pdf) (accessed 16 October 2019).
24. Worldwide Equipment Guide (WEG) Update 2015 (2015). Fort Leavenworth. USA. Department Of The Army United States Army Training And Doctrine Command TRADOC G-2 Leavenworth. Volume 1, Chapter 1-12. p. 658. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/WorldwideEquipmentGuide\\_2015\\_Ground\\_Systems.pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/WorldwideEquipmentGuide_2015_Ground_Systems.pdf) (accessed 31 October 2019).

к.т.н., доц. Савков П.А., к.т.н., доц. Пампуха И.В., Цыба Н.Н., Акимов Р.Ю.  
**ВЫЯВЛЕНИЕ УГРОЗ И РИСКОВ В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ПРИ  
ПОМОЩИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОГО И ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА**

*В статье предложены пути выявления угроз и рисков при ведении боевых действий за счет комплексного применения геопространственного и временного анализа событий. Определены наиболее важные критерии событий, по которым проводится анализ, для выявления закономерностей в ведении боевых действий возможным противником. Рассмотрены особенности проведения геопространственного и временного анализа угроз и рисков и реализовано его результаты в географическом информационном программном продукте ArcGIS Pro. В результате проведенного в работе исследования, предложена методика систематизации событий, произошедших в ходе ведения боевых действий и использования этих данных в геопространственном и временном анализе для прогнозирования возможного поведения противника, что позволит командиру атаковать, прежде чем противоборствующая сторона снова сможет нанести удар по союзным войскам (силах) в месте дислокации. Модель геопространственного и временного анализа в географическом информационном приложении Model Builder направлена на выявление закономерностей в атаках противника, и включает в себя загрузку статистических данных, конвертирование поля времени и создания временной линейки, построение множественного буфера, идентификацию с помощью атрибутивной выборки. Критерии, по которым происходит выявление закономерностей включают: локальное и глобальное время атаки, фазу луны, координаты атаки в Military Grid Reference System, тип атаки, вид оружия. Исходными материалами для проведения анализа является информация получена из руководства United States Army's Worldwide Equipment Guide, 2015 года. Исходные материалы были систематизированы и разделены отдельно по ветвям анализа. По результатам геопространственного и временного анализа, происходило выявление закономерностей и характерных признаков атак противника. Таким образом командиры подразделений получают определенную, достоверную информацию, которую могут использовать для выявления возможных угроз и рисков от противника, а также для планирования ведения боевых действий.*

*Ключевые понятия: выявление закономерностей между событиями, географическая информационная система, геопространственный анализ, временной анализ.*

Ph.D. Savkov P.A., Ph.D. Pampukha I.V., Tsyba M.M., Akimov R.Yu.  
**DETERMINATION OF THREATS AND RISKS IN CONDITIONS OF COMBAT OPERATIONS BY USING GEOSPATIAL ANALYSIS AND TIME ANALYSIS**

*The article proposes ways of identifying threats and risks during combat operations through the comprehensive application of geospatial analysis and time analysis. The most important criteria of the events under which the analysis is conducted to identify patterns in combat operations by a possible enemy are identified. Features of geospatial and time analysis of threats and risks are considered and its results are implemented in the geographical information software product ArcGIS Pro. As a result of the study, a method is proposed to systematize events occurring during combat operations and use this data in geospatial and time analysis to predict possible enemy behavior, which will allow the commander to attack before the opposing party can strike again at friendly forces at the location area. Geospatial and time analysis in the Model Builder geographical information application is aimed at identifying patterns in enemy attacks and includes: downloading statistics, converting the time field and creating a timeline, building multiple buffers, identifying with attribute sampling. Geoprocessing models help automate and document spatial analysis and data management processes. The model is presented in the form of a table diagram showing the sequence of processes and geoprocessing tools, the model uses sequential or parallel execution, as well as their possible combination. Criteria for detecting patterns include the local and global time of the attack, phase of the month, coordinates of attack in the Military Grid Reference System, type of attack, type of weapon. The starting materials for the analysis are information obtained from the United States Army's Worldwide Equipment Guide, 2010. The starting materials were systematized and distributed separately into branches of analysis. According to the results of the geospatial and time analysis, patterns and characteristics of enemy attacks were revealed. In this way, unit commanders receive credible information that they can use to identify potential threats and risks from the enemy and to plan their operations.*

*Keywords: identification of patterns of events, geographical information system, geospatial analysis, time analysis.*