

УДК 623.644

Станіслав ГОРЕЛИШЕВ,
*кандидат технічних наук, доцент,
Національна академія Національної гвардії України, м. Харків*

Дмитро БАУЛІН,
*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
Національна академія Національної гвардії України, м. Харків*

Андрій ПОБЕРЕЖНИЙ,
Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Григорій ІВАНЕЦЬ,
*кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ БОЙОВОЇ СЛУЖБИ З ОХОРОНИ ВАЖЛИВИХ ДЕРЖАВНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

У статті запропоновано методи моделювання надзвичайних ситуацій під час виконання завдань бойової служби підрозділами Національної гвардії України з охорони важливих державних об'єктів за допомогою геоінформаційних систем. Наведені реальні приклади виникнення надзвичайних ситуацій соціального характеру в охороні атомних електростанцій. Описано використання розробленого про-

грамного інструментарію геоінформаційних систем для моделювання цих ситуацій.

Ключові слова: просторова інформація, важливі державні об'єкти, програмний інструментарій, геоінформаційна система.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Складна соціально-економічна, суспільно-політична та воєнна обстановка, яка склалася на сьогодні в регіонах держави, безпосередньо впливає на стан забезпечення національної безпеки України. Надзвичайні події у Донбасі, які стрімко вийшли за межі соціально-політичної сфери та перетворилися на воєнний конфлікт всередині країни, на жаль, зробили Україну вразливою до таких викликів-загроз, як диверсії і теракти на потенційно небезпечних об'єктах. Усе це призводить до виникнення надзвичайних ситуацій (НС), наслідки яких можуть бути жахливими.

Надзвичайні ситуації, особливо соціального характеру, з одного боку – характеризуються зовнішньою раптовістю, несподіваністю виникнення і швидким розвитком подій, з другого – різним спектром негативних наслідків. Вони не можуть бути тривалими та усуненою звичайними заходами, що використовуються в повсякденних ситуаціях.

Аналіз результатів службово-бойової діяльності (СБД) військових частин і підрозділів Національної гвардії (НГ) України в ході виконання завдань з охорони важливих державних об'єктів (ВДО) показує, що особовий склад недостатньо підготовлений до дій при виникненні НС. В їх діяльності часто відсутні необхідні в цих умовах організованість, оперативність і злагодженість, допускаються прорахунки в розстановці і використанні сил та засобів, організації управління та всебічного забезпечення. Особливо суттєві недоліки відзначаються в тактиці дій варт, підрозділів і військових частин, які при виконанні кожного завдання мають низку особливостей.

Вирішення цих завдань вимагає активізації зусиль, орієнтованих на пошук, у першу чергу, методів моделювання НС, які виникають під час виконання службово-бойових завдань підрозділами НГ України.

Таким чином, розвиток методів моделювання можливих НС з урахуванням просторової інформації під час виконання завдань бойової

служби з охорони ВДО є визначальним фактором для підвищення ефективності процесу прийняття рішень при плануванні виконання службово-бойових завдань з охорони ВДО підрозділами НГ України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У теперішній час сили НАТО активно використовують моделювання дій підрозділів за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) [1], які є складовою системи підтримки прийняття рішень. Це забезпечує в реальному масштабі часу збір, обробку, моделювання наявної цифрової інформації про місцевість та виконання завдань просторового аналізу в інтересах ведення збройної боротьби [2].

Важливе місце в пошуку методів моделювання дій підрозділів з охорони й оборони ВДО належить аналітичній роботі, спрямованій на вивчення і оцінку стану місцевості, системи фізичного захисту (СФЗ) ВДО, тактичних і технічних можливостей імовірних порушників. Значну роль у реалізації даного напрямку відіграють інформаційно-аналітичні центри, які займаються збором та обробкою даних. Ці підрозділи можуть зробити вирішальний внесок у процес підвищення якості управління СФЗ ВДО і дій підрозділів [3]. Слід підкреслити, що на результат аналітичної роботи визначальний вплив чинять повнота і достовірність вихідних даних.

У багатьох наукових джерелах розглядалися питання побудови математичних моделей охорони ВДО. У [4-6] систематично викладені загальні питання аналізу ризиків, а також управління (прийняття рішень та обґрунтування заходів) ризиками для різних об'єктів, зокрема ВДО. Деякі підходи до формалізації та математичного опису порушника при оцінці ефективності СФЗ викладені у [7]. Крім того, наведено модель зовнішнього порушника при використанні ним тактики прихованого проникнення.

У роботах [8, 9] описана математична модель, у якій можливість випередження вартою порушників залежить від їх взаємного розташування в захищеній зоні, швидкості руху протидіючих сторін та часу, необхідного тривожній групі варті (ТГВ) для висування до рубежу розгортання ТГВ. У [10] описано підхід до формування імовірнісного

рівняння безпеки об'єкта транспортної інфраструктури повітряного транспорту на основі часових параметрів технічних засобів захисту.

У зазначених роботах етап подолання порушниками фізичних бар'єрів з урахуванням їх підготовленості, оснащеності, можливих способів подолання СФЗ детально не описаний та не розроблені методи моделювання дій підрозділів.

У [11-13] розглянуто методи використання ГІС у військовій області, наприклад під час збору й аналізу різноманітної інформації по об'єктах. Показано, що за допомогою ГІС уся маса зібраної первинної інформації може бути відповідним чином структурована, проаналізована і візуалізована.

Однак з огляду на специфіку СБД частин та підрозділів НГ України з охорони ВДО необхідно більше уваги приділяти моделюванню дій підрозділів реагування при виникненні НС соціального характеру з урахуванням просторової інформації про СФЗ та способів її подолання.

Проведений аналіз літератури стосовно проблеми, яка розглядається, показує, що необхідно враховувати просторову інформацію при плануванні виконання СБЗ підрозділами НГ України з охорони ВДО та досліджувати методи використання ГІС.

Мета статі полягає у розробленні методів моделювання можливих НС за допомогою ГІС під час виконання завдань бойової служби підрозділами НГ України з охорони ВДО для підвищення ефективності процесу прийняття рішень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Моделювання НС соціального характеру під час виконання завдань бойової служби з охорони ВДО проводилося за допомогою розробленої в Національній академії НГ України ГІС "Інструмент". Вхідними даними для роботи даного програмного інструментарію є дані цифрової карти, конфігурація (межі зони, що охороняється) на місцевості і структура системи фізичного захисту, конфігурація життєво-важливих центрів (ЖВЦ) і їх розташування на місцевості, місце розташування вартового приміщення в межах охоронної зони, можливі типи порушників і їх технічні і фізичні можливості, а також опис їх можливих тактики дій, маршру-

тів висування ТГВ на вогневі позиції та умов і обмежень, які застосовуються при вирішенні поставлених завдань.

Доцільно для актуалізації просторових даних використовувати, крім цифрової карти, скановані плани місцевості, супутникові знімки та аерофотознімки (рис. 1). Усі ці растрові дані повинні бути прив'язані до системи координат ГС “Інструмент”.

Зберігання даних зони, що охороняється, ЖВЦ, розміщення варт і точки прориву порушників здійснювалося у вигляді окремого шару векторних даних у цифровому файлі. Інформація про можливі типи порушників, їх технічні і фізичні можливості, а також опис тактики дій, структуру СФЗ, статистичні дані про час подолання її різних елементів, можливості групи перехоплення (ГП) і ТГВ зберігається у вигляді бази даних. Це дозволяє, за необхідності, оперативно вносити зміни в налаштування даного програмного інструментарію.

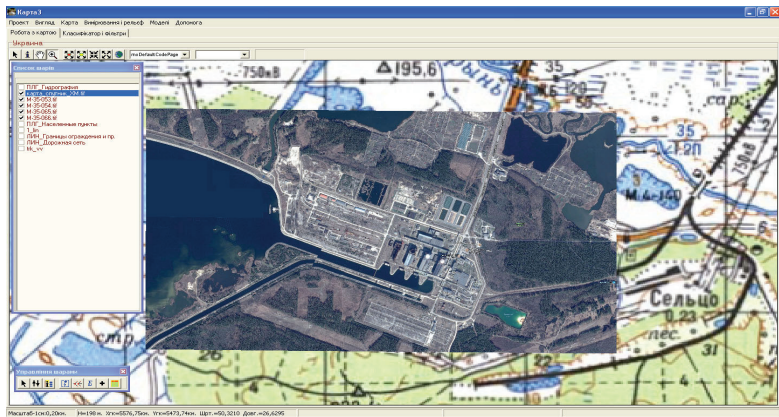


Рис. 1. Растрове представлення карти ГС “Інструмент”

Розроблений програмний інструментарій передбачає реалізацію методики [14] і являє собою надбудову для середовища ГС “Інструмент”. Програмний інструментарій дозволяє вирішувати як пряму – розрахунок рубежів перехоплення порушників при відомих напрямках прориву СФЗ і розташуванні варт і ЖВЦ, зон гарантованого перехоплення порушників, так і зворотну – визначення оптимального розташування

варті на території ВДО, що забезпечує максимальну ймовірність перехоплення і максимальну площу гарантованої зони перехоплення.

Програмний інструментарій дозволяє проводити розрахунок трьох спеціалізованих задач. Основні вхідні параметри моделі вводяться на панелі налаштування (рис. 2), яка складається з трьох тематичних вкладок: характеристики порушника периметра ВДО та ГП, структури та параметрів СФЗ, інших налаштувань.

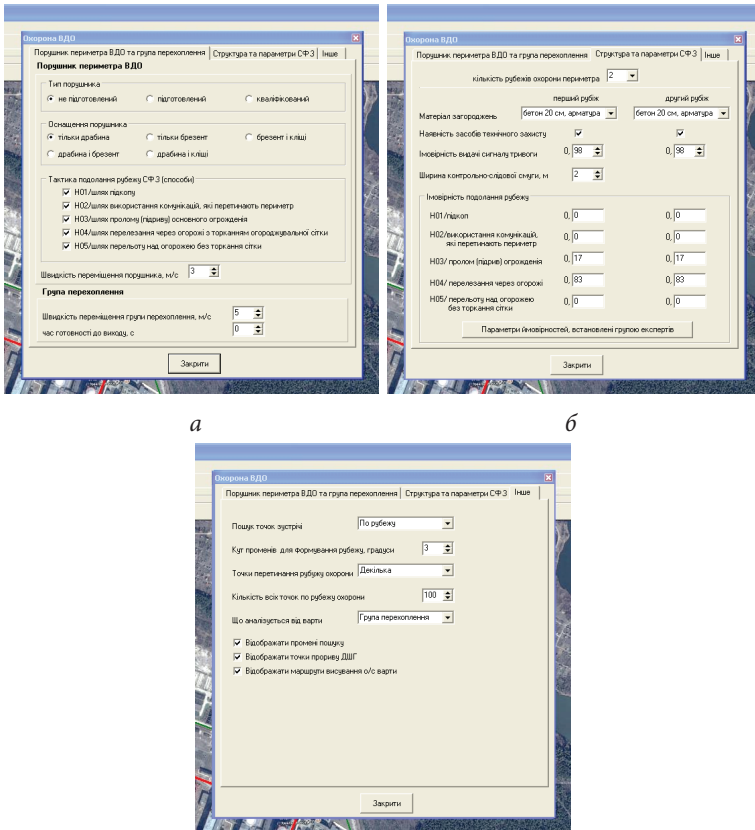


Рис. 2. Зовнішній вигляд вкладок панелі налаштування (а – порушник периметра ВДО та ГП; б – структура та параметри СФЗ; в – інше)

Вкладка характеристики порушника периметра ВДО та групи перехоплення (рис. 2, а) містить: тип порушника (непідготовлений, підготовлений і кваліфікований), його оснащення (інструменти і приладдя), тактика (способи) подолання рубежу СФЗ, які обрані на основі статистичного аналізу даних та досвіду експертів, швидкість переміщення порушника, а також швидкість переміщення та час готовності ГП.

Друга вкладка (рис. 2, б) містить опис структури і параметрів СФЗ, яка може складатися як з одного, так і з двох рубежів охорони та мати різну структуру. Ураховують наявність технічних засобів охорони та їх тактико-технічні характеристики.

У третій вкладці (рис. 2, в) встановлюються додаткові параметри розрахунку моделей, які характеризують сам процес розрахунку – ознака пошуку точок зустрічі (усереднене значення, по бісектрисі та по рубежу), кількість точок перетинання рубежу охорони та типи груп варті, що аналізуються (ГП чи ТГВ). Перевірка коректності введення даних на вкладках налаштувань здійснюється при закритті даної панелі.

Методика використання програмного інструментарію буде залежати від тактичної обстановки і задачі, яку необхідно розв'язати. Наприклад, розглянемо такий ВДО, як атомна електростанція. Якщо при аналізі тактичної обстановки виявлені найбільш ймовірні напрямки прориву порушників на об'єкт, що охороняється, то в цьому випадку ми можемо провести розрахунок за допомогою спеціалізованої задачі – побудови рубежів перехоплення порушників при заданих точках прориву.

Для цього на електронну карту наноситься периметр об'єкта, що охороняється, задається структура СФЗ, вибирається тип порушника і тактика його дій, задається місце положення варті і встановлюється точка (точки) прориву із заданих напрямків (рис. 3). Розв'язання даної задачі буде представлено в графічному і в текстовому вигляді. На рис. 4 подано результат розрахунку рубежу перехоплення при декількох (трьох) точках прориву СФЗ. На електронній карті рубіж перехоплення відображається у вигляді набору точок жовтого кольору. Крім того, на карті відображається ймовірний сектор руху порушника до ЖВЦ та наведені розрахункові дані в текстовому вигляді.

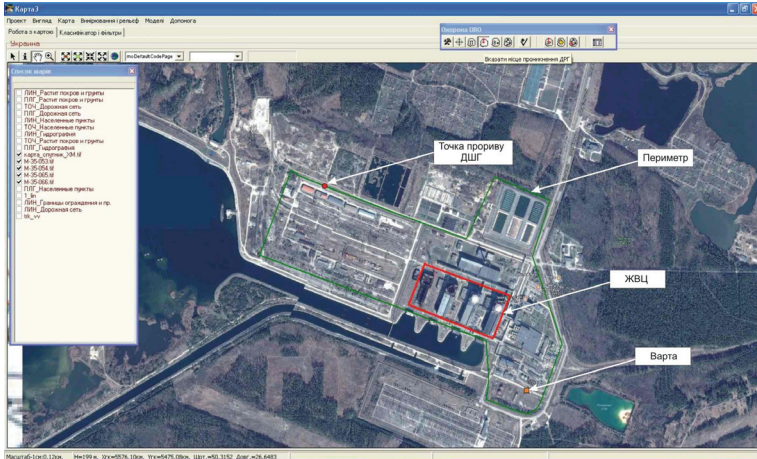


Рис. 3. Введення вхідних параметрів моделі

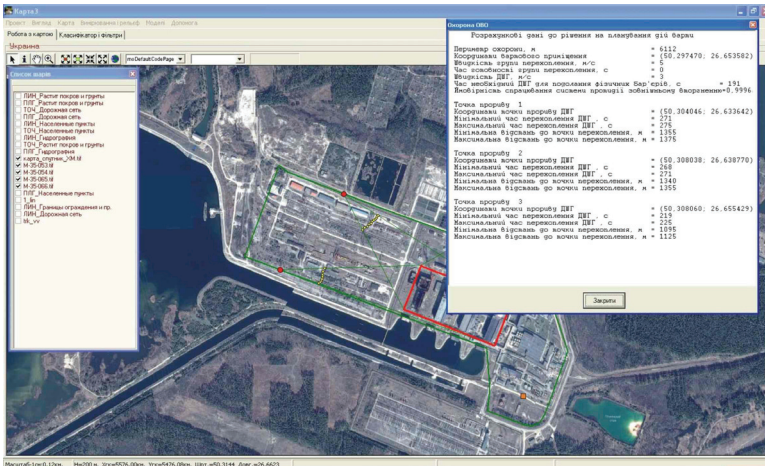


Рис. 4. Результат розрахунку рубежу перехоплення при трьох точках прориву СФЗ

При розрахунку можливостей варті з перехоплення порушників з довільного напрямку необхідно побудувати так звану гарантовану зону перехоплення. Для цього також потрібно нанести периметр

об'єкта, що охороняється, задати структуру СФЗ, вибрати тип порушника і тактику його дій, ввести інформацію про розташування варти. Крім того, задається кількість точок прориву по периметру СФЗ, а якщо це не зроблено, то весь периметр автоматично ділиться на кількість точок, яка задана при попередньому розрахунку. Рекомендовано задавати не менше 50 точок прориву СФЗ.

Розв'язання даної задачі буде подано як у графічному, так і в текстовому вигляді. На рис. 5 представлений результат розрахунку гарантованої зони перехоплення при швидкості переміщення порушників 3 м/с, на рис. 6 – при швидкості 5 м/с. На електронній карті гарантована зона перехоплення відображається у вигляді полігонального штрихованого об'єкта з межами жовтого кольору.

В аналізі даних результатів розрахунку можна зробити висновки, що при швидкості переміщення порушників не більш 3 м/с місце розташування варти, готовність варти і задана швидкість переміщення забезпечують гарантоване перехоплення поза зоною ЖВЦ з ймовірністю 1 і задача з охорони об'єкта буде виконана. При збільшенні швидкості порушників до 5 м/с виникають сектори периметру СФЗ, при прориві через які порушники досягнуть ЖВЦ і можуть завдати відчутної шкоди.

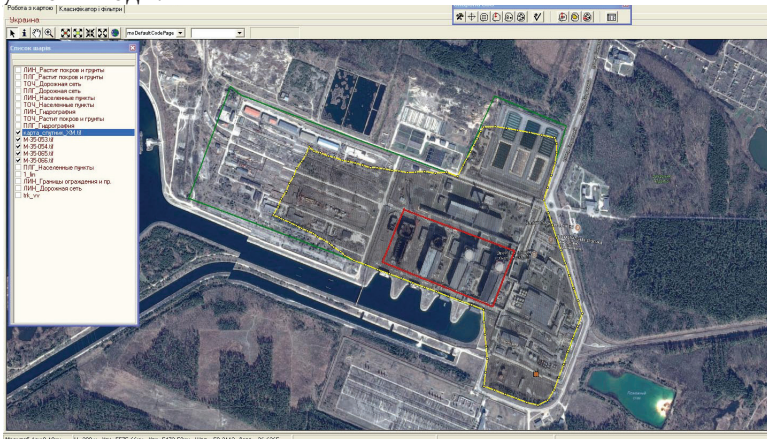


Рис. 5. Результат розрахунку гарантованої зони перехоплення при швидкості порушників 3 м/с

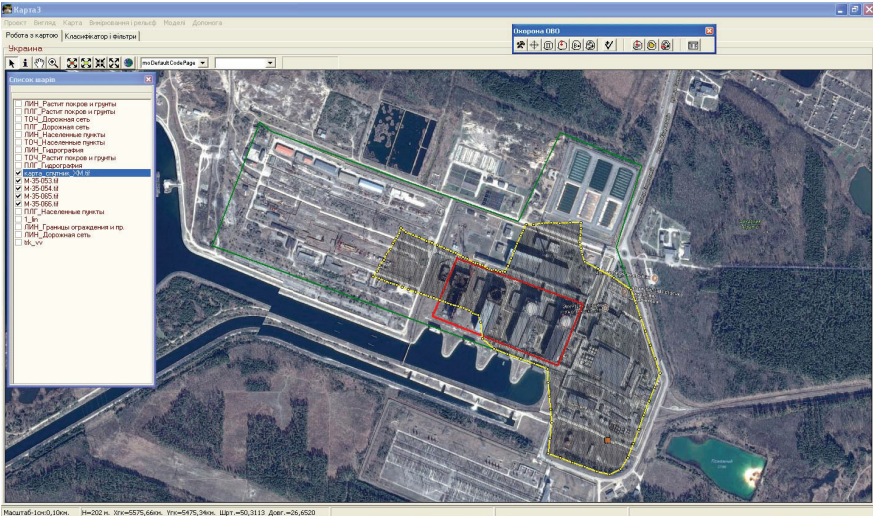


Рис. 6. Результат розрахунку гарантованої зони перехоплення при швидкості порушників 5 м/с

Задача з охорони ВДО в даному випадку буде виконана тільки з ймовірністю 0,77. При заданих вхідних даних необхідно підібрати таке розташування варті, при якому ймовірність перехоплення буде дорівнювати 1, або зменшити час готовності варті чи оснастити її технічними засобами пересування для підвищення швидкості реагування. Щоб уникнути подібних ситуацій, при організації системи охорони необхідно спланувати додаткові заходи щодо захисту ВДО з даних напрямків.

У розробленому програмному інструментарії є можливість оцінити правильність вибору вогневих позицій ТГВ. Для цього, крім периметра, положення ЖВЦ та варті, потрібно нанести маршрути висування ТГВ на вогневі позиції і провести розрахунок (рис. 7).

На електронній карті відображаються синім кольором ті вогневі позиції, які ТГВ встигає зайняти до прибуття порушників, незалежно з якого напрямку вони здійснюють прорив. Жовтим кольором відображаються ті вогневі позиції, які ТГВ не встигає зайняти до прибуття противника. У наведеному прикладі три вогневі позиції ТГВ встигає

зайняти до прибуття порушників та три, які ТГВ не встигає зайняти свої вогневі позиції.

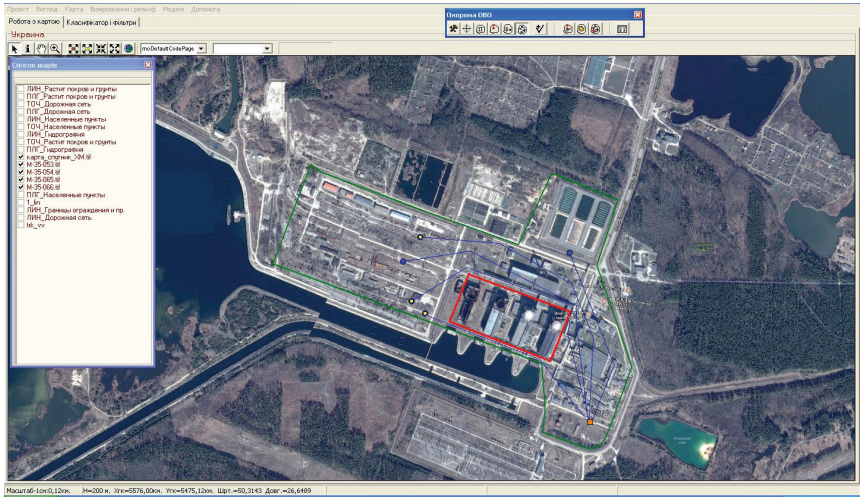


Рис. 7. Результат розрахунку правильності вибору вогневих позицій

Висновки. У даній статті приведено опис методів використання сучасних інформаційних технологій, зокрема ГІС-технологій при моделюванні надзвичайних ситуацій соціального характеру під час виконання завдань бойової служби з охорони важливих державних об'єктів. Описано програмний інструментарій, який дозволяє вирішувати як пряму задачу – розрахунок рубежів перехоплення порушників при відомих напрямках прориву СФЗ, розташування варті і ЖВЦ, зон гарантованого перехоплення порушників, так і зворотну – визначення оптимального розташування варті на території ВДО, що забезпечує максимальну ймовірність перехоплення і максимальну площу гарантованої зони перехоплення.

Крім того, розроблена методика і описані можливості використання програмного забезпечення для розв'язання прикладних задач, що підвищує оперативність роботи органів військового управління при прийнятті обґрунтованого рішення.

Список використаних джерел

1. Мосов С. П. Географічні інформаційні системи [Текст] / С. П. Мосов, В.М. Тарасов, О. А. Чорнокнижний. – К. : НАО України, 2006. – 237 с.
2. Чорнокнижний О. А. Досвід використання ГІС у сухопутних військах збройних сил США [Текст] / О. А. Чорнокнижний // Інтелектуальна оборона : Збірка праць науково-практичного форуму “IV Січневих ГІСів” – Львів : Академія Сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, 2013. – С. 53-55.
3. Олейник А. С. Совершенствование управления системой физической защиты важных государственных объектов на основе применения математических моделей [Текст] : дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.10: захищена 2012 / Олейник Александр Сергеевич. – М., 2012. – 209 с.
4. Радаев Н. Н. Террористическая угроза: количественная оценка для конкретного объекта / Н. Н. Радаев // Вопросы анализа риска. – 2007. – № 3. – с. 12–16.
5. Иванец Г. Оценка уровня опасности угроз террористического характера на потенциально опасном объекте [Текст] / Г. Иванец, С. Горельшев // Влада і суспільство (історія, теорія, практика) (РІНЦ). – 2017. – № 1 (41) – С. 214–223.
6. Радаев Н. Н. Приближенные оценки защищенности объектов от террористических действий/ Н. Н. Радаев // Оценка эффективности : журнал “БДИ”. – 2007. – № 3 (72). – С. 28–32.
7. Радаев Н. Н. Формализация нарушителя в задаче оценки эффективности системы физической защиты объекта/ Н. Н. Радаев // Оценка эффективности : журнал “БДИ”. – 2008. – № 1 (76). – С. 16–22.
8. Павлов Д. В. Основы методики оцінки ефективності контрштурмового компоненту системи охорони АЕС / Д. В. Павлов, І. Ф. Ролін // Честь і закон. – Харків : Військ. ін-т ВВ МВС України, 2005. – № 4. – С. 22–27.
9. Кириченко І. О. Технологічні основи інформаційно-аналітичного забезпечення службово-бойової діяльності сил охорони правопорядку: монографія / І. О. Кириченко, С. А. Горелишев, А. А. Побережний. – Харків : Акад. ВВ МВС України, 2013. – 292 с.
10. Петров И. Н. Вероятностная модель системы физической защиты объекта транспортной инфраструктуры / И. Н. Петров, А. Д. Самсонов // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2012. – № 2. – С. 131–140.
11. Кретов В. С. Использование геоинформационных систем при планировании и проведении миротворческих операций [Текст] / В. С. Кретов,

И. С. Пинчук, А.В. Заварзин // Военная мысль. – М. : Красногорская типография, 2001. – Вып. № 6 (11-12). – С. 15–23.

12. Елюшкин В. Г. Топогеодезическое и навигационное обеспечение войск: вопросы реформирования [Текст] / В. Г. Елюшкин, Е. И. Долгов, В. С. Вдовин // Зарубежное военное обозрение. – М. : Воениздат, 2000. – Вып. № 4. – С. 34–39.

13. Обрядін В. В. Використання геоінформаційних систем при плануванні розвідки у частинах Національної гвардії України [Текст] / В. В. Обрядін, С. А. Горелишев, А. А. Побережний // Збірник наукових праць НАДПС – Хмельницький : НАДПС, 2017. – Вып. 2 (72). – С. 271–288.

14. Моделювання надзвичайних або кризових ситуацій під час виконання завдань бойової служби з охорони важливих державних об'єктів. Оцінка ефективності прийнятих рішень командирами підрозділів [Текст] : остаточний звіт НДР (шифр – “ Орхідея”) / Г. А. Дробаха. – Харків : НА НГУ, 2017. – 190 с.

Рецензент – доктор військових наук професор Дробаха Г. А.

Горелишев С., Баулин Д., Побережний А., Иванец Г. Методы моделирования чрезвычайных ситуаций при выполнении задач боевой службы по охране важных государственных объектов при помощи геоинформационных систем

В статье предложены методы моделирования чрезвычайных ситуаций при выполнении задач боевой службы частями и подразделениями Национальной гвардии Украины по охране важных государственных объектов с помощью геоинформационных систем. Приведены реальные примеры возникновения чрезвычайных ситуаций социального характера при охране атомных электростанций. Описано использование разработанного программного инструментария геоинформационных систем для моделирования этих ситуаций.

Ключевые слова: *пространственная информация, важные государственные объекты, программный инструментарий, геоинформационная система.*

Gorelyshev S., Baulin D., Poberezhny A., Ivanec G. Methods of Modeling Emergency Situations in the implementation of tasks of the battle service for the protection of important state objects with the use of geoinformation systems

The complex socio-economic, socio-political and military situation that has developed in the regions of the state directly affects the state of ensuring national security of Ukraine. The analysis of the results of the military service of military units and units of the National Guard of Ukraine in the course of fulfilling the tasks of protecting important state facilities shows that the personnel are not adequately prepared for action in the event of emergency situations. Particularly significant deficiencies are noted in the tactics of the actions of guards, units and units, which, when each task is completed, has a number of peculiarities. The solution of these tasks requires the intensification of efforts aimed at the first search of the methods of simulation of emergency situations arising during the performance of military and military tasks by the units of the National Guard of Ukraine.

The article suggests methods for modeling emergency situations in the performance of combat service tasks by units and divisions of the National Guard of Ukraine for the protection of important state objects with the help of geoinformation systems. Simulation of emergency situations of a social nature in the performance of the tasks of the combat service for the protection of the important state objects was carried out using the GIS "Instrument" developed at the National Academy of Ukraine.

The developed software toolkit provides implementation of the method of interception of infringers within the protected zone, taking into account the time of passage of the physical protection system, and is an add-on for the GIS "Instrument" environment. The software toolkit allows to solve as a direct line - the calculation of the boundaries of the interception of violators in certain directions of the breakthrough of the physical protection system and the location of the guard and vital centers, zones of guaranteed interception of violators, and the inverse - the definition of the optimal location of the guard in the territory of important state facilities, which provides the maximum probability interception and maximum area of the guaranteed interception zone.

The software toolkit allows you to calculate three specialized tasks: constructing the boundaries of intercepting offenders at given points of breakthrough, constructing the so-called guaranteed interception zone - intercepting violators from any direction, assessing the correctness of the

choice of fire positions of the alarm group of the guard. The methodology of using the software tool will depend on the tactical situation and the task to be solved.

The article presents real examples of emergencies of a social nature in the protection of important state facilities, for example, of a nuclear power plant. Described is the use of the developed software tools of the GIS “Instrument” for modeling these situations.

Keywords: *Spatial information, important state objects, software tools, geoinformation system.*