



В. П. Городнов



Д. А. Купрієнко



С. М. Суконько

## КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВІЙСЬКОВОЇ ЧАСТИНИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ З ОХОРОНИ ЯДЕРНОЇ УСТАНОВКИ

*Розроблено комплексну модель, яка дозволяє за допомогою вибраних показників і критерію оцінити можливості військової частини з охорони ядерної установки щодо виконання завдань вартою з охорони дорученого об'єкта та протидії загрозам з боку терористично-диверсійних груп за межами ядерної установки, які (загрози) можуть бути вчинені бійцями терористично-диверсійних груп як особисто, так і з використанням безпілотних літальних апаратів. Комплексна модель може допомогти офіцерам Управління з охорони важливих державних об'єктів Національної гвардії України та командуванню військових частин приймати обґрунтовані рішення щодо організації охорони ядерних установок та визначення необхідної чисельності особового складу цих частин.*

**Ключові слова:** комплексна модель, оцінювання можливостей, охорона ядерних установок, диверсії, терористично-диверсійна група, безпілотні літальні апарати, система масового обслуговування.

**Постановка проблеми.** Завдання з охорони ядерних установок (ЯУ) відповідно до [1, 2] покладено на військові частини Національної гвардії України (НГУ). Формування визначених частин здійснюється з урахуванням особливостей несення служби з охорони ЯУ, можливих диверсій з боку терористично-диверсійних груп, а також з урахуванням можливостей військових частин протистояти цим диверсіям. Відповідно до Закону [2] диверсією щодо ядерних установок є будь-які навмисні дії окремої особи або групи осіб, які можуть створити загрозу викиду радіоактивних речовин. Кількість таких загроз може бути не обмежена, але можна визначити найбільш імовірні серед них, а саме: силове захоплення життєво важливих центрів ядерних установок з метою шантажу і декларування певних політичних, економічних та інших вимог; підриг об'єктів життєзабезпечення ЯУ за межами ядерних установок; ураження вразливих технологічних систем ядерних установок за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Охорона ядерних установок здійснюється військовими частинами НГУ шляхом виділення варт. Своєю чергою, у варті з метою

охорони дорученого об'єкта виставляють пости по периметру забороненої зони, на контрольно-пропускних пунктах та на вході до режимних приміщень. Крім того, для реагування на зміни обстановки до складу варті входить резервна група (РГ), яка складається з тривожної групи, груп посилення та блокування. У разі спрацювання технічних засобів охорони (ТЗО) або нападу на об'єкт особовий склад групи посилення висувається на пости для посилення їх охорони. У свою чергу, військовослужбовці тривожної групи вирушають до місця спрацювання ТЗО (місця вчинення нападу) для виявлення правопорушників, їх затримання або знищення, а особовий склад групи блокування блокує ймовірний напрямок руху правопорушників й у випадку зіткнення з ними вступає у бій з метою недопущення їх до життєво важливих центрів ядерної установки. На допомогу варті з охорони ядерної установки у разі зазначених змін обстановки прибуває черговий підрозділ протягом часу, який не повинен перевищувати визначений час. Тому у випадку нападу терористично-диверсійної групи (ТДГ) на об'єкт особовий склад РГ повинен самостійно стримувати бійців ТДГ на підступах до життєво важливих центрів ядерної установки до прибуття

чергового підрозділу. Час готовності чергового підрозділу до виконання завдань визначається з урахуванням екіпірування, озброєння особового складу та прибуття його на територію ядерної установки. При цьому можливості варті протистояти нападу наразі не оцінюються.

У разі отримання інформації від працівників Служби безпеки України про можливі вчинення диверсії щодо ядерної установки особовий склад підрозділу спеціального призначення, який входить до організаційно-штатної структури частини з охорони ЯУ, повинен здійснювати заходи з пошуку та затримання або знешкодження ТДГ у зоні відповідальності військової частини. Чисельність особового складу підрозділу спеціального призначення визначається міжвідомчою комісією з урахуванням об'єктових загроз та з використанням тактичних норм під час наступу – три військовослужбовці проти одного терориста (злочинця) [3]. Такий підхід до визначення чисельності особового складу підрозділу спеціального призначення у деяких випадках може спричинити невиконання завдання з виявлення та знешкодження ТДГ через недостатню кількість військовослужбовців, з одного боку, або до великої кількості особового складу у підрозділі та їх “недовантаження” – з іншого.

Повітряний простір над ядерними установками прикривається силами та засобами зенітних ракетних військ Збройних Сил (ЗС) України [4]. Однак під час використання бійцями ТДГ малогабаритних БПЛА на невеликих відстанях від ядерної установки з метою розвідки території об'єкта або пошкодження життєво важливих центрів ЯУ ударними БПЛА засоби зенітних ракетних військ ЗС України можуть бути не ефективними. Тому військовим частинам з охорони ядерних установок необхідно мати свою систему протидії безпілотним літальним апаратам, під час побудови якої треба проводити оцінювання можливостей виконання системою своїх завдань. На сьогодні підходи до оцінювання можливостей частин з охорони ядерних установок щодо протидії БПЛА не розроблені.

З урахуванням зазначеного для забезпечення надійної охорони ядерних установок та протидії найбільш ймовірним загрозам щодо них необхідно проводити оцінювання можливостей військових частин з попередження та припинення диверсій на

території ЯУ та за її межами, які (диверсії) можуть бути вчинені бійцями ТДГ як особисто, так і з використанням БПЛА. Однак випадковий розвиток вогневих контактів, невизначеність даних про чисельність злочинців, їх озброєння та замисел, а також невизначеність багатьох чинників та параметрів, які можуть впливати на якісне виконання завдань з охорони ядерних установок, породжують проблему проведення визначеного оцінювання.

Вирішенням проблеми може бути розроблення комплексної моделі для оцінювання можливостей військових частин Національної гвардії України з охорони ядерних установок щодо протидії диверсіям з боку ТДГ, що робить тему статті актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Найбільш близькими за проблематикою до визначеного напрямку дослідження є публікації [5, 8–15]. У праці [5] проведено оцінку контрштурмового захисту атомних електростанцій, в основі якої (оцінки) лежить моделювання вогневого бою тривожної групи варті з диверсійно-штурмовою групою з використанням методу динаміки середніх. Визначеним методом процес бою описується за умов, що обидві супротивні сторони постійно перебувають у полі зору одна одної і вогонь ведеться по цілях, які знаходяться на відкритій місцевості. Це є головним недоліком використання згаданого методу [6, 7], адже в реальному процесі бою так не буває. У статтях [8, 9] увагу зосереджено на визначенні часу випередження резервною групою варті озброєних злочинців (ОЗ): якщо особовий склад варті займає рубіж блокування раніше, ніж правопорушники доберуться до життєво важливого центру, то вважається, що ОЗ знешкоджені. При цьому результати вогневого контакту військовослужбовців РГ варті з озброєними злочинцями не оцінюються.

У статтях [10, 11] під час оцінювання захищеності об'єктів від терористичних дій розраховується ймовірність результатів вогневого зіткнення за допомогою коефіцієнтів переваги особового складу підрозділу охорони над озброєними злочинцями за кількісним співвідношенням сил, озброєності та підготовленості, які визначаються експертами. Це може негативно впливати на достовірність результатів оцінки захищеності ядерних об'єктів.

У статті [12] розроблено методику прогнозу результатів виконання військовослужбовцями підрозділу спеціального призначення бойових

завдань, яка дає можливість оцінити необхідну кількість військовослужбовців для знешкодження озброєних злочинців (терористів), що прагнуть захопити ядерну установку, але не дає змогу визначити кількість особового складу, необхідного для виконання завдання з попередження терористичних (або диверсійних) дій проти ядерної установки.

У статтях [13, 14, 15] основна увага зосереджена на ефективності дій угруповань зенітних ракетних військ ЗС України, структура та організація несення служби яких значно відрізняються від порядку несення служби силами та засобами військових частин НГУ з охорони ядерних установок.

Наведені [5, 8–15] та інші праці деякою мірою дозволяють вирішувати певні питання напрямку дослідження, але вони не містять цілісного розв'язання проблеми.

**Метою статті** є розроблення комплексної моделі оцінювання можливостей військової частини Національної гвардії України з охорони ядерної установки щодо виконання завдань вартою з охорони дорученого об'єкта та протидії загрозам з боку терористично-диверсійних груп за межами ЯУ, які (загрози) можуть бути вчинені бійцями ТДГ як особисто, так і з використанням БПЛА.

**Виклад основного матеріалу.** Структурна схема комплексної моделі подана у п'яти блоках (див. рисунок) і відображає зазначені вище особливості організації несення служби з охорони ядерних установок.

У процесі розроблення комплексної моделі використано такі гіпотези:

– результатом будь-якого вогневого контакту (бою) може бути не тільки знешкодження бійця ТДГ, але й ураження військовослужбовця РГ варти, результат бою випадковий і його заздалегідь передбачити неможливо;

– бійці ТДГ у ході бою прагнуть вийти із зон вогню військовослужбовців РГ і у таких зонах не накопичуються з причин безпеки та обмеженого запасу боєкомплекту;

– кожний вогневий контакт розвивається у часі як випадковий процес, інтервали між ними (вогневими контактами) випадкові й розподілені показниково;

– терористично-диверсійними групами застосовуються поодинокі та групові атаки безпілотних літальних апаратів, а також використовуються розвідувальні БПЛА;

– атаки БПЛА здійснюються такими способами, як застосування бортової зброї,

скидання підривного пристрою та безпосереднє вривання у визначені об'єкти;

– у разі групової атаки безпілотних літальних апаратів інтервали їх входу у зону поразки цілей засобами протиповітряної оборони військової частини з охорони ЯУ випадкові й розподілені показниково, час перебування БПЛА у визначеній зоні випадковий і розподілений показниково;

– потік безпілотних літальних апаратів є ординарним, і БПЛА є повнодоступними для засобів протиповітряної оборони військової частини з охорони ЯУ.

Припущення:

– до складу резервної групи варти призначаються найбільш досвідчені військовослужбовці, і їх рівень підготовки приблизно однаковий та достатній для виконання поставлених завдань;

– умови вогневих контактів приблизно однакові, і ймовірності результатів боїв теж приблизно однакові й не змінюються у часі;

– військовослужбовці резервної групи варти для виконання бойових завдань з охорони об'єкта використовують штатну вогнепальну зброю;

– до складу ТДГ вибирають найбільш підготовлених бійців, і їх рівень підготовки також приблизно однаковий;

– час зайняття рубежу блокування особовим складом групи блокування менший за час досягнення бійцями ТДГ життєво важливих центрів або дорівнює йому, тому при розрахунках не враховується;

– бортовою зброєю безпілотного літального апарату є керовані ракети та бомби із зарядами спеціального призначення;

– висота польоту БПЛА, за якої вони не будуть знищені силами та засобами зенітних ракетних військ ЗС України, не перевищує 500 м;

– спостережні пости оснащені однотипними оптичними та оптико-електронними засобами;

– обмежень у кількості каналів придушення БПЛА засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ), які можуть входити до системи протидії БПЛА військової частини з охорони ЯУ, немає;

– терористично-диверсійна група намагається діяти непомітно, водночас метою особового складу резервної групи є виявлення бійців ТДГ, тому ймовірність виявлення бійців ТДГ під час розрахунків враховується, а ймовірність виявлення військовослужбовців резервної групи бійцями ТДГ не враховується.

1. Показники і критерій кількісної оцінки можливостей військової частини з охорони ядерної установки

$$Q = \frac{V_{В/ч}^{НВН}(N)}{V_{В/ч}^{НБХ}}, \quad (1) \quad Q = \frac{V_{В/ч}^{НВН}(N)}{V_{В/ч}^{НБХ}} \geq 1, \quad (2)$$

$$n_{ур}(t) = \sum_{k=0}^{n_{ргв}} k \cdot P_k(t), \quad (3) \quad N_{зн}(t) = n_{ур}(t) \cdot \frac{P_{зн}}{P_{ур}}, \quad (4)$$

$$n_{ур}(t_{стр}) \leq n_{ур}^{вст}(t_{стр}); N_{зн}(t_{стр}) \geq N_{зн}^{вст}(t_{стр}) \quad (5) \quad t_{стр} \geq t_{чп}, \quad (6)$$

$$P_{прот}^{бпла} = P_{зн}^{бпла} + P_{прикр}^{бпла} - P_{зн}^{бпла} \cdot P_{прикр}^{бпла}. \quad (7)$$

$$P_{прот}^{бпла} \geq P_{прот}^{бпла,вст}. \quad (8)$$

2. Модель оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу терористично-диверсійної групи

$$\Pi_{\gamma} = \frac{Z_{\gamma}}{Z}, \quad (9) \quad C_3 = \sum_{\gamma=1}^{n_{ргв}} \gamma \cdot \Pi_{\gamma}, \quad (10)$$

$$M^{нплд} = \sum_{k=0}^n k \cdot P_k, \quad (11) \quad K_y = \frac{M^{нплд}}{M^{плд}}, \quad (12)$$

$$M[i/j] = \sum_{j=0}^{n_{ргв}} j \cdot P_{ij}, \quad (i = \overline{0, k}), \quad (13)$$

$$M[i/j]^{нплд} = M[i/j] \cdot K_y, \quad (14)$$

$$P_0(t) = e^{-\eta_0 t}, \quad (15) \quad P_k(t) = \frac{(\eta t)^k}{k!} \cdot e^{-\eta t}, \quad (16)$$

$$n_{ур}(t) = \sum_{k=0}^{n_{ргв}} k \cdot P_k(t), \quad (17) \quad N_{зн}(t) = n_{ур}(t) \cdot \frac{P_{зн}}{P_{ур}}. \quad (18)$$

3. Модель розрахунку необхідної чисельності особового складу підрозділу спеціального призначення для виконання завдань з охорони ядерної установки

$$S_{п} = t_{\max} \cdot R_{тх} \cdot K_{вид} \cdot V_{п}, \quad (19) \quad S_{п,сеп} = \frac{S_{п}^1 + S_{п}^2}{2}, \quad (20)$$

$$n_{дз} = \left\lceil \frac{S_{т,відп}}{S_{п,сеп}} \right\rceil, \quad (21) \quad P_{00} = C_1 \cdot e^{-\lambda_1 t} + C_2 \cdot e^{-\lambda_2 t}, \quad (22)$$

$$P_{01} = \frac{a_{21}}{\alpha} \cdot (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}), \quad (23)$$

$$P_{10} = 1 - \frac{1}{2 \cdot \alpha} \cdot [(\alpha + \delta) \cdot e^{-\lambda_1 t} + (\alpha - \delta) \cdot e^{-\lambda_2 t}], \quad (24)$$

$$n_{вк}(t) = \mu \cdot \int_0^t P_{01}(\tau) d\tau, \quad (25) \quad N_{зн}^{лв/сл}(t) = P_{зн} \cdot n_{вк}(t), \quad (26)$$

$$N_{втрат}^{сп} = P_{10} \cdot n_{в/сл}^{лдз}, \quad (27)$$

$$N_{втрат}^{гдг} = N_{зн}^{гдг}(t, n_{в/сл}^{\max}) = N_{зн}^{лв/сл}(t) \cdot n_{в/сл}^{\max}, \quad (28)$$

$$n_{в/сл}^{рез} = n_{в/сл}^{\max} - n_{в/сл}^{лдз}, \quad (29)$$

$$N_{псп} = (n_{дз} \cdot n_{в/сл}^{лдз}) + n_{в/сл}^{рез} + n_{о/с}^{упр}. \quad (30)$$

4. Модель протидії безпілотним літальним апаратам силами та засобами військової частини з охорони ядерної установки

$$D_{виявл}^{необх} = D_{дз} + V_{бпла} \cdot (t_{гот} + t_{зн}), \quad (31) \quad n_{сп,п} = \frac{360}{\alpha_{п.з}}, \quad (32)$$

$$D_{ij}^{виявл} = D_{виявл}^{гтх} \cdot K_{ij}^{рел}, \quad (i = \overline{1, n_{сп,п}}; j = \overline{1, \psi}), \quad (33)$$

$$D_{виявл_i}^{\min} = \min \{ D_{ij}^{виявл} \}, \quad j = \overline{1, \psi}, \quad (34)$$

$$S_{виявл}^{сп,п} = \pi \cdot \frac{\alpha_{п.з}}{360^0} \cdot \sum_{i=1}^{n_{сп,п}} D_{виявл_i}^{\min 2}, \quad (35)$$

$$S_{з,виявл}^{необх} = \pi \cdot D_{виявл}^{необх 2}, \quad (36)$$

$$K_{п} = \frac{S_{сп,п}^{виявл}}{S_{з,виявл}^{необх}}, \quad (37) \quad P_{виявл}^{бпла} = 1 - (1 - P_{виявл}^{гтх})^{K_{п}}, \quad (38)$$

$$\rho = \frac{I}{\mu}, \quad (39) \quad \beta = \frac{\nu}{\mu}, \quad (40) \quad f_{\gamma} = \frac{\rho^{\gamma}}{\prod_{s=1}^{\gamma} (n + s\beta)}, \quad (41)$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \cdot \sum_{\gamma=1}^m f_{\gamma}}, \quad (42) \quad P_k = \frac{\rho^k}{k!} \cdot P_0, \quad (0 < k \leq n), \quad (43)$$

$$P_{n+\gamma} = \frac{\rho^n}{n!} \cdot f_{\gamma} \cdot P_0, \quad (\gamma = \overline{1, m}), \quad (44)$$

$$P_{обсл}^{бпла} = \frac{1}{\rho} \left( n - \sum_{k=0}^n (n-k) \cdot P_k \right), \quad (45)$$

$$P_{зн}^{бпла} = P_{виявл}^{бпла} \cdot P_{обсл}^{бпла} \cdot P_{пораз}^{бпла}, \quad (46) \quad P_{прикр}^{бпла} = P_{виявл}^{бпла} \cdot P_{придуш}^{бпла}, \quad (47)$$

$$P_{прот}^{бпла} = P_{зн}^{бпла} + P_{прикр}^{бпла} - P_{зн}^{бпла} \cdot P_{прикр}^{бпла}. \quad (48)$$

5. Модель визначення необхідної чисельності особового складу військової частини для виконання завдань з охорони ядерної установки

$$V_{в} = \sum_{j=1}^P \sum_{m=1}^{P_j} \Gamma_{j,m} \cdot t_{н.сл}, \quad (49) \quad V_{в,(д.п.)} = \frac{V_{в}}{t_{дб}}, \quad (50)$$

$$K_{сц} = \frac{T_{календ}^{год/рік}}{T_{СБЗ}^{год/рік}}, \quad (51) \quad K_{д.зах.} = \frac{1}{1 - (\varphi_{упр} + \varphi_{д.н.} + \varphi_{рез})}, \quad (52)$$

$$N_{о/с} = V_{в,(д.п.)} \cdot K_{сц} \cdot K_{д.зах.}, \quad (53) \quad \tau_j = \frac{V_j^{сеп.}}{\sum_{j=1}^P V_j^{сеп.}}, \quad (54)$$

$$\omega = N_{о/с} \cdot \frac{1}{\sum_{j=1}^P \tau_j}, \quad (55)$$

$$\beta_j = \tau_j \cdot \omega, \quad (56) \quad N_{о/с}^{сп,п} = n_{о/с}^{лсп,п} \cdot n_{сп,п}, \quad (57)$$

$$N_{о/с}^{зппо} = n_{о/с}^{лзппо} \cdot n_{зппо}, \quad (58) \quad N_{о/с}^{реб} = n_{о/с}^{лреб} \cdot n_{реб}, \quad (59)$$

$$N_{с.пр} = N_{о/с}^{сп,п} + N_{о/с}^{зппо} + N_{о/с}^{реб}, \quad (60) \quad V_{в/ч}^{НБХ} = N_{в/ч} = N_{псп} + N_{с.пр} + \sum_{j=1}^P P_j \cdot \beta_j, \quad (61)$$

Завдання військових частин з охорони ЯУ можна поділити на умовно планові та раптово виникаючі. До умовно планових можна віднести безпосередню охорону об'єктів, а до раптово виникаючих – завдання, які виконуються у випадках змін обстановки, надзвичайних ситуацій та в правовому режимі надзвичайного стану. Охорона ядерних установок у звичайному режимі несення служби здійснюється безперервно шляхом виставлення варт. Виконання раптово виникаючих завдань передбачає переведення частин з охорони ЯУ на посилений варіант несення служби.

Військові частини з охорони ЯУ комплектуються військовослужбовцями за контрактом, які відповідно до керівних документів мають право на соціальні потреби: відпустки, звільнення від виконання обов'язків у зв'язку із хворобою, відпочинок та ін.

Під можливостями військової частини слід розуміти здатність цієї частини виконати поставлені завдання за призначенням у певних умовах обстановки та наявними силами. Тобто, якщо наявний обсяг служби військової частини, який залежить від наявної кількості  $N$  військовослужбовців, буде достатнім для виконання завдань за призначенням у конкретний період, то визначені завдання можуть бути виконані. За недостатнього наявного обсягу служби цілі виконання завдання за призначенням можуть виявитися недосяжними. Тому виникає потреба порівнювання наявного і необхідного обсягів служби. Це може бути виконано за допомогою показника  $Q$  [див. на рисунку вираз (1)] можливостей військової частини з охорони ядерної установки, який можна знайти шляхом співвідношення наявного  $V_{в/ч}^{НВН}(N)$  обсягу служби до необхідного  $V_{в/ч}^{НБХ}$ .

Для того щоб поставлені завдання були виконані у повному обсязі, наявний обсяг служби  $V_{в/ч}^{НВН}(N)$  повинен завжди бути не менше за необхідний  $V_{в/ч}^{НБХ}$ . Тому критерієм кількісної оцінки можливостей військової частини з охорони ядерної установки є виконання нерівності, визначеної у виразі (2).

Обсяг служби може залежати від особливостей несення служби з охорони ядерної установки та від чисельності особового складу, що залучається до несення визначеної служби.

Чисельність особового складу варті залежить від кількості постів з охорони

периметра об'єкта, з охорони КПП, режимних приміщень, а також від чисельності посадових осіб варті та резервної групи. У свою чергу, чисельність РГ визначається з урахуванням об'єктової загрози, тобто визначена група повинна бути в змозі стримувати ТДГ на підступах до життєво важливих центрів об'єкта протягом визначеного часу до прибуття чергового підрозділу. Тому за показники ефективності, якими можна оцінити можливості резервної групи виконати завдання за призначенням, вибрано ймовірний час  $t_{стр}$  стримування ТДГ на підступах до життєво важливих центрів об'єкта особовим складом РГ, а також математичні сподівання кількості  $n_{ур}(t)$  уражених військовослужбовців резервної групи варті [вираз (3), де  $k$  – кількість уражених бійців резервної групи;  $P_k$  – імовірності їх ураження] та кількості  $N_{зн}(t)$  знищених бійців терористично-диверсійної групи [вираз (4), де  $P_{зн}$  – імовірність знешкодження бійця ТДГ,  $P_{ур}$  – імовірність ураження бійця РГ]. Час  $t_{стр}$  (6) стримування терористично-диверсійної групи не повинен бути меншим за час  $t_{чп}$  прибуття чергового підрозділу, і при цьому оцінки очікуваних втрат бійців РГ  $n_{ур}(t_{чп})$  (5) не мають бути більшими за визначену кількість військовослужбовців  $n_{ур}^{вст}(t_{чп})$  й оцінки очікуваної кількості  $N_{зн}(t_{чп})$  знищених бійців ТДГ не повинні бути меншими за встановлені значення  $N_{зн}^{вст}(t_{чп})$ . Визначені вимоги можуть бути критерієм ефективності виконання бойового завдання резервної групи варті у разі відбиття нападу ТДГ.

Ефективність виконання завдання з протидії безпілотним літальним апаратам військовими частинами з охорони ЯУ може залежати від можливості знищення БПЛА та/або прикриття об'єкта засобами РЕБ. Тому показником ефективності, яким оцінюють можливість системи протидії безпілотним літальним апаратам виконувати свої завдання, можливо вибрати ймовірність  $P_{прот}^{бпла}$  протидії безпілотним літальним апаратам силами та засобами військової частини з охорони ЯУ [вираз (7), де  $P_{зн}^{бпла}$  – імовірність знищення БПЛА;  $P_{прикр}^{бпла}$  – імовірність радіоелектронного прикриття об'єкта]. Відповідно критерієм успішного виконання завдання з протидії безпілотним літальним апаратам військовими

частинами з охорони ЯУ може бути вимога забезпечення ймовірності  $R_{\text{прот}}^{\text{бпла}}$  протидії безпілотним літальним апаратам не нижче встановленої  $R_{\text{прот}}^{\text{бпла.вст}}$  (8).

З метою отримання кількісних оцінок указаних показників було розроблено моделі, які зазначені у блоках 2, 3, 4, 5 на рисунку. Вирази блоку 2 дозволяють знайти показники  $n_{\text{ур}}(t)$ ,  $N_{\text{зн}}(t)$ ,  $t_{\text{стр}}$ . Так, у разі нападу бійців ТДГ на об'єкт протидія їм будуть військовослужбовці РГ варті, які при розміщенні на вогневих позиціях по рубежу блокування матимуть обмежену, індивідуальну для кожного зону можливого ураження противника. Визначені зони можуть утворювати відповідні шари ( $\gamma$ ) зон ураження противника. З урахуванням ймовірностей  $P_{\gamma}$  того, що бійці ТДГ виявляться доступними для обстрілу в зонах ураження противника з  $\gamma$ -м шаром [вираз (9), де  $Z$  – площа загальної зони обстрілу противника бійцями резервної групи на рубежі блокування;  $Z_{\gamma}$  – площа зон ураження противника з  $\gamma$ -м шаром ( $\gamma = \overline{1, n_{\text{ргв}}}$ )] розраховується середній шар зони ураження  $S_{\gamma}$  (10), що характеризує середню кількість військовослужбовців РГ, яким будуть доступні бійці ТДГ на рубежі блокування. З використанням математичного апарату неповнодоступних систем масового обслуговування знаходиться математичне сподівання кількості  $M^{\text{нпд}}$  каналів, зайнятих обслуговуванням цілей, тобто математичне сподівання кількості військовослужбовців, які ведуть бій з бійцями ТДГ (11). Це дозволяє знайти значення коефіцієнта  $K_{\gamma}$  участі військовослужбовців РГ у бою шляхом співвідношення математичного сподівання кількості каналів, зайнятих обслуговуванням  $M^{\text{нпд}}$  у неповнодоступній системі масового обслуговування, до математичного сподівання кількості каналів, зайнятих обслуговуванням  $M^{\text{пд}}$  у такій же самій, але повнодоступній системі масового обслуговування (12).

Оскільки всі військовослужбовці резервної групи можуть вести бій з бійцями ТДГ одночасно, то під час побудови системи диференціальних рівнянь Чепмена – Колмогорова з моделі бою РГ ураховано умовне математичне сподівання кількості

зайнятих боєм військовослужбовців резервної групи  $M[i/j]$  [вираз (13), де  $R_{ij}$  – ймовірності станів  $S_{ij}$  ( $i$  – кількість уражених військовослужбовців;  $j$  – кількість військовослужбовців РГ);  $n_{\text{ргв}}$  – загальна кількість особового складу РГ], що характеризує ефект збільшення системної продуктивності, який існує завдяки демпфіруванню нерівномірностей у потоку бійців ТДГ у фактично багатоканальному бойовому порядку підрозділу охорони, коли у разі зайнятості одного військовослужбовця РГ із ще одним бійцем ТДГ може вступити у бій інший військовослужбовець. Вирази (15) і (16) дають змогу знайти ймовірності  $P_k(t)$  ураження  $k$  ( $k = 0, \dots, n_{\text{ргв}}$ , де  $n_{\text{ргв}}$  – кількість особового складу РГ) військовослужбовців з урахуванням коефіцієнта  $K_{\gamma}$  участі бійців резервної групи у бою (14). Далі за допомогою виразів (17) і (18) знаходяться оцінки очікуваних втрат бійців резервної  $n_{\text{ур}}(t)$  та терористично-диверсійної  $N_{\text{зн}}(t)$  груп. Якщо визначені оцінки втрат відповідатимуть порогу значень критерію (5), то момент досягнення цих порогів визначає максимальну тривалість часу  $t_{\text{стр}}$  стримування бійців ТДГ військовослужбовцями РГ.

Таким чином, модель (9) – (18) для оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки від нападу терористично-диверсійної групи, з показниками  $t_{\text{стр}}$ ,  $n_{\text{ур}}(t)$ ,  $N_{\text{зн}}(t)$  та критеріями (5) і (6), може бути корисною командуванню частини з охорони ЯУ для визначення необхідної чисельності особового складу резервної групи з метою протидії ТДГ до прибуття чергового підрозділу.

Вирази блоку 3 (див. рисунок) дають змогу оцінити необхідну чисельність особового складу підрозділу спеціального призначення для виконання завдань з охорони ядерної установки.

Завдання з попередження та припинення терористичних (або диверсійних) дій проти ядерної установки, тобто виявлення ТДГ та їх затримання або знищення на підступах до об'єкта виконує підрозділ спеціального призначення шляхом виділення дозорів, кількість  $n_{\text{дз}}$  яких залежить від площі

$S_{т.відп}$  території відповідальності військової частини та від середньої площі  $S_{п.сер}$  [вираз (20), де  $S_{п}^{(2)}$  – площі пошуку одного дозору залежно від рельєфу місцевості (1 – рівнинна; 2 – горбиста)] пошуку одного дозору і можна знайти за виразом (21). Площа  $S_{п}$  (19) пошуку терористично-диверсійної групи одним дозором знаходиться добутком максимального часу  $t_{max}$  пошуку, дальності  $R_{тх}$  прямої видимості певного об'єкта залежно від технічних характеристик засобу спостереження, коефіцієнта  $K_{вид}$  прямої видимості місцевості та середньої швидкості  $V_{п}$  ведення пошуку дозором. Особовий склад дозорів (Дз) у разі виявлення бійців ТДГ може вступати з ними у бій. Тому для оцінювання чисельності особового складу дозору побудовано модель бою з використанням методу аналітико-стохастичного моделювання з трьома станами військовослужбовця:  $S_{00}$  – неуразений і веде пошук цілі;  $S_{01}$  – неуразений і обстрілює одного бійця ТДГ;  $S_{10}$  – уражений і не обстрілює бійців ТДГ. Після оцінки ймовірностей  $P_{00}$ ,  $P_{01}$ ,  $P_{10}$  цих станів (22), (23), (24), які (ймовірності) отримані внаслідок розв'язання системи диференціальних рівнянь Чепмена – Колмогорова з використанням характеристичного рівняння, де  $\lambda_{1,2}$  є коренями цього рівняння, а  $\alpha, \delta, a_{21}$  – узагальнені параметри, аналітично пов'язані з параметрами умов бою, знаходяться математичні сподівання кількості  $n_{вк}(t)$  вогневих контактів [вираз (25), де  $\mu$  – інтенсивності ведення вогню бійцем РГ] та кількості  $N_{зн}^{lv/сл}(t)$  знищених бійців ТДГ одним військовослужбовцем дозору [вираз (26), де  $P_{зн}$  – імовірності знешкодження бійця ТДГ у вогневому контакті]. Мінімальна чисельність особового складу одного дозору  $n_{в/сл}^{ldз}$  розраховується з використанням виразу (27) для знаходження математичного сподівання кількості  $N_{втрat}^{сп}$  втрат дозору та порогу його очікуваних втрат [16]

$$N_{втрat}^{сп} = \begin{cases} N_{втрat}^{сп} \leq 0,2 - \text{боездатний Дз;} \\ 0,2 < N_{втрat}^{сп} \leq 0,5 - \text{обмежено боездатний Дз;} \\ 0,5 < N_{втрat}^{сп} < 0,7 - \text{частково боездатний Дз;} \\ N_{втрat}^{сп} \geq 0,7 - \text{не боездатний Дз} \end{cases} \quad (58)$$

шляхом покрокового збільшення кількості військовослужбовців  $n_{в/сл}^{ldз}$  (27) до моменту досягнення кількісної оцінки втрат  $N_{втрat}^{сп}$  дозору порогу часткової боездатності (58). Помноживши математичне сподівання кількості  $N_{зн}^{lv/сл}(t)$  (26) знищених бійців ТДГ одним військовослужбовцем на кількість військовослужбовців, що ведуть бій з ТДГ, знайдемо вираз (28) для розрахунку математичного сподівання кількості втрат  $N_{втрat}^{ТДГ}$  терористично-диверсійної групи. Тоді, використовуючи вираз (28), шляхом покрокового збільшення кількості військовослужбовців знаходимо максимальну чисельність особового складу одного дозору  $n_{в/сл}^{max}$ , яка необхідна для поразки виявленої ТДГ  $N_{втрat}^{ТДГ}$ . У свою чергу, чисельність особового складу резерву  $n_{в/сл}^{рез}$  (29) знайдемо як різницю між максимальною чисельністю особового складу  $n_{в/сл}^{max}$ , необхідного для знищення ТДГ, та мінімальною кількістю  $n_{в/сл}^{ldз}$  військовослужбовців одного дозору. Це дозволяє за допомогою виразу (30) оцінити необхідну чисельність  $N_{псп}$  особового складу підрозділу спеціального призначення для виконання завдань з виявлення терористичних груп за межами об'єкта з урахуванням кількості  $n_{о/с}^{упр}$  військовослужбовців управління підрозділу.

Вирази блоку 4 (див. рисунок) відображують модель протидії безпілотним літальним апаратам силами та засобами військової частини з охорони ядерної установки. Особовому складу розрахунків засобів протиповітряної оборони (ЗПО) потрібний час для приведення їх у бойову готовність, пошуку цілі та час на знищення безпілотних літальних апаратів, тому дальність  $D_{виявл}^{необх}$  (31) необхідної границі виявлення БПЛА знаходиться добутком горизонтальної дальності  $D_{дз}$  до дальньої межі зони поразки цілей засобами протиповітряної оборони, часу  $t_{гот}$  для приведення у бойову готовність ЗПО, часу  $t_{зн}$  польоту ракет (снарядів ЗУ-23) до дальньої межі зони поразки цілей ЗПО та середньої швидкості  $V_{бпла}$  польоту БПЛА. Спостереження за повітряним простором над

територією ЯУ можливо вести за допомогою спостережних постів (СП), чисельність  $n_{\text{СП}}$  яких можна знайти за формулою (32), де  $\alpha_{\text{п.з}}$  – кут поля зору одного СП. Кожний спостережний пост веде спостереження по секторах, рельєф місцевості яких за напрямками азимута кута з певним кроком може бути різних типів (рівнинним, горбистим, гірським) і може впливати на зменшення максимальної дальності виявлення об'єктів оптико-електронними засобами та оптичними приладами. Тому значення дальностей  $D_{ij}^{\text{виявл}}$  [вираз (33), де  $n_{\text{СП}}$  – кількість спостережних постів;  $\psi$  – кількість напрямків за азимутом кута в секторі спостереження СП] виявлення БПЛА за напрямками  $j$  азимута кута з певним кроком у секторі спостереження кожного  $i$ -го СП знаходиться добутком максимальної дальності виявлення  $D_{\text{виявл}}^{\text{тех}}$  об'єкта, відповідно до технічних характеристик приладів спостереження, на коефіцієнт  $K_{ij}^{\text{сел}}$  зменшення дальності виявлення з урахуванням висоти польоту БПЛА та впливу рельєфу місцевості [17]. Зважаючи на той факт, що під час проведення досліджень бажано розглядати гірший варіант, для подальших розрахунків вибираємо мінімальне значення дальності  $D_{\text{виявл } i}^{\text{мін}}$  (34) виявлення БПЛА особовим складом СП з отриманих значень  $D_{ij}^{\text{виявл}}$ . Виявлення БПЛА здійснюється навколо об'єкта, тому СП з мінімальними дальностями  $D_{\text{виявл } i}^{\text{мін}}$  (34) виявлення БПЛА створюють зону виявлення БПЛА особовим складом СП, площа  $S_{\text{виявл}}^{\text{СП}}$  якої (зони) знаходиться за виразом (35), де  $n_{\text{СП}}$  – кількість спостережних постів;  $\alpha_{\text{п.з}}$  – кут поля зору СП, який відповідно до прийнятих припущень є однаковим для всіх постів. У свою чергу, необхідну зону виявлення можна відобразити кругом з радіусом, який відповідає необхідній дальності  $D_{\text{виявл}}^{\text{необх}}$  виявлення БПЛА. Коефіцієнт  $K_{\text{п}}$  (37) перекриття необхідної зони виявлення зоною виявлення БПЛА особовим складом СП знайдемо співвідношенням значення площі  $S_{\text{виявл}}^{\text{СП}}$  зони виявлення БПЛА особовим складом СП до оціночних показників площі

$S_{\text{з.виявл}}^{\text{необх}}$  (36) необхідної зони виявлення. Оцінка ймовірності  $P_{\text{виявл}}^{\text{БПЛА}}$  виявлення БПЛА спостережними постами залежить від ймовірності  $P_{\text{виявл}}^{\text{тех}}$  виявлення цілі відповідно до тактико-технічних характеристик оптико-електронного засобу та від коефіцієнта  $K_{\text{п}}$  перекриття зон виявлення БПЛА і знаходиться за виразом (38).

Процес боротьби засобів протиповітряної оборони військової частини з охорони ЯУ із безпілотними літальними апаратами після їх виявлення можна відобразити системою масового обслуговування з відходом із черги (М/М/п/м) з  $n$  каналами обслуговування (засобами протиповітряної оборони) та з коефіцієнтом завантаження каналів  $\rho$  (39) і коефіцієнтом залишення черги цілями (БПЛА)  $\beta$  (40) відповідно, де  $\mu$  – продуктивність каналу обслуговування;  $I$  – інтенсивність надходження цілей до системи обслуговування;  $\nu$  – інтенсивність залишення черги БПЛА.

У результаті вирішення рівнянь для фінальних ймовірностей, які (рівняння) виведені з моделі обслуговування цілей зі станами  $S_j$  ( $j = 0, \dots, m$ ), де  $j$  – кількість цілей, що знаходяться в системі (як такі, що обслуговуються, так і ті, що очікують на обслуговування обмежений час), за формулами (41) – (44) знаходяться ймовірності  $P_0, P_k, P_{n+\gamma}$  визначених станів [18]. Це дає змогу за допомогою виразу (45) оцінити відносну пропускну здатність системи, тобто ймовірність  $P_{\text{обсл}}^{\text{БПЛА}}$  обслуговування цілей (БПЛА) у зоні поразки ЗПО військової частини. Ймовірність  $P_{\text{прот}}^{\text{БПЛА}}$  (48) протидії безпілотним літальним апаратам силами та засобами військової частини з охорони ЯУ знаходиться як різниця суми та добутку ймовірностей знищення  $P_{\text{зн}}^{\text{БПЛА}}$  БПЛА [вираз (46), де  $P_{\text{пораз}}^{\text{БПЛА}}$  – ймовірність поразки БПЛА у ході обстрілу засобами протиповітряної оборони] та радіоелектронного прикриття  $P_{\text{прикр}}^{\text{БПЛА}}$  об'єкта [вираз (47), де  $P_{\text{придуш}}^{\text{БПЛА}}$  – ймовірність придушення каналів управління БПЛА засобами РЕБ військової частини з охорони ЯУ]. За допомогою критерію (8) визначається необхідна кількість СП та ЗПО



для протидії безпілотним літальним апаратам. Таким чином, модель (32) – (48) протидії БПЛА силами та засобами військової частини з охорони ЯУ дає змогу командуванню визначених частин обґрунтовано приймати рішення щодо побудови системи протидії безпілотним літальним апаратам.

Вирази блоку 5 (див. рисунок) дозволяють оцінити необхідну чисельність особового складу військової частини для виконання завдань з охорони ЯУ.

Охорона ядерних установок здійснюється шляхом виставлення варт з постами  $j$ -го типу, а саме: перший тип – добовий; другий – півдобовий; третій – пост посадових осіб варту та резервної групи. Кількість  $p_j$  визначених

постів та чисельність  $\Gamma_j$  особового складу, що залучається до несення служби на постах  $j$ -го типу, впливає на обсяг служби  $V_B$  частини, який необхідний для забезпечення охорони об'єкта вартою протягом доби [вираз (49), де  $P$  – кількість типів постів;  $t_{н.сл}$  – час несення служби з охорони об'єкта]. Одиницею виміру трудовитрат вибрано “добовий пост” [19, 20], який включає витрати часу одного військовослужбовця протягом доби. Тому обсяг служби  $V_{B,(д.п)}$  (50) військової частини з охорони ЯУ у добових постах знаходиться діленням значення обсягу служби  $V_B$  частини, який необхідний для забезпечення охорони об'єкта вартою протягом доби, на кількість  $t_{дб}$  годин у добі. Оскільки особовий склад військової частини з охорони ЯУ має право на соціальні потреби (відпустки, звільнення від виконання обов'язків через хворобу, відрадження та ін.), а також визначена частина окрім виставлення варт може виконувати додаткові заходи (управління та забезпечення виконання завдань з охорони ЯУ, несення служби у добових нарядах, виконання раптово виникаючих завдань), то чисельність  $N_{o/c}$  (53) особового складу військової частини, яка необхідна для забезпечення несення служби варт з охорони ЯУ, знаходиться шляхом добутку обсягу служби  $V_{B,(д.п)}$  (50) військової частини з охорони ЯУ у добових постах, соціального коефіцієнта  $K_{сц}$  [вираз (51), де

$T_{год/рік}^{календ}$  – середній ресурс календарного часу

на рік;  $T_{гдн/рік}^{СБЗ}$  – кількість годин для виконання СБЗ на рік] та коефіцієнта додаткових заходів  $K_{д.зах}$  [вираз (52), де  $\Phi_{упр}$ ,  $\Phi_{д.н}$ ,  $\Phi_{рез}$  – відсотки збільшення особового складу частини для управління і забезпечення, несення служби у добових нарядах та виконання раптово виникаючих завдань відповідно]. Потім знаходиться коефіцієнт  $\beta_j$  (56) збільшення чисельності особового складу для виконання завдань на постах  $j$ -го типу шляхом добутку значень частки  $\tau_j$  [вираз (54), де  $V_j^{сер}$  – середній обсяг служби одного поста  $j$ -го типу] обсягу служби всіх постів  $j$ -го типу та коефіцієнта  $\omega$  (55) співвідношення величини  $\beta_j$  між постами кожного із  $j$  типів. Наступним кроком у моделі є визначення необхідної кількості особового складу для несення служби на спостережних постах  $N_{o/c}^{сп.п}$  [вираз (57), де  $n_{o/c}^{сп.п}$  – чисельність особового складу одного СП;  $n_{сп.п}$  – кількість спостережних постів], на засобах протиповітряної оборони  $N_{o/c}^{зппо}$  [вираз (58), де  $n_{o/c}^{зппо}$  – чисельність особового складу, яка необхідна для забезпечення несення служби одного ЗПО;  $n_{зппо}$  – кількість ЗПО], на засобах радіоелектронної боротьби  $N_{o/c}^{реб}$  [вираз (59), де  $n_{o/c}^{реб}$  – чисельність особового складу, яка необхідна для забезпечення несення служби одного засобу РЕБ;  $n_{сп.п}$  – кількість засобів РЕБ] та для забезпечення несення служби на всіх елементах системи протидії БПЛА в цілому  $N_{с.пр}$  (60). З урахуванням чисельності підрозділу спеціального призначення  $N_{псп}$  і необхідної кількості  $N_{с.пр}$  особового складу для забезпечення несення служби на всіх елементах системи протидії БПЛА визначається обсяг служби  $V_{B/ч}^{нбх}$  [вираз (61), де  $p_j$  – кількість постів  $j$ -го типу] військової частини з охорони ядерної установки, який необхідний для протидії вчиненню диверсії і відповідає значенню необхідної чисельності особового складу військової частини.

Отже, знайшовши необхідний обсяг служби  $V_{B/ч}^{нбх}$  (61) військової частини з охорони ядерної установки, з використанням показника

(1) та критерію (2) можна оцінити можливості військової частини з охорони ядерної установки щодо протидії вчиненню диверсії.

### **Висновки**

Таким чином, розроблено комплексну модель, яка дозволяє за допомогою вибраних показників і критерію оцінити очікувані можливості військової частини з охорони ядерної установки щодо протидії вчиненню диверсіям як на території об'єкта, так і за його межами. Використання у моделі блоку з оцінювання вразливості системи фізичного захисту ядерної установки, математичного апарату неповнодоступних систем масового обслуговування дає змогу врахувати структуру бойового порядку резервної групи варті по всій протяжності рубежу блокування та неповну доступність бійців терористично-диверсійної групи для обстрілу військовослужбовцями, що не враховується у відомих наукових працях за визначеним напрямком дослідження. У моделі блоку розрахунку необхідної чисельності особового складу підрозділу спеціального призначення виведено залежність чисельності підрозділу спеціального призначення від площі території, на якій підрозділ виконує завдання з виявлення терористично-диверсійних груп та їх затримання або знищення на підступах до об'єкта. Модель блоку визначення необхідної чисельності особового складу військової частини вперше дозволяє визначати коефіцієнти збільшення чисельності особового складу для виконання завдань з охорони ядерних установок, які (коефіцієнти) можна використовувати з метою оперативного розрахунку чисельності особового складу військових частин. Розроблена комплексна модель може допомогти офіцерам штабів Національної гвардії України та командуванню військових частин приймати обґрунтовані рішення щодо організації охорони ядерних установок та визначення необхідної чисельності особового складу цих частин.

Напрямок подальшого дослідження є розроблення методу оцінювання можливостей

військової частини з охорони ядерної установки щодо протидії вчиненню диверсії.

### **Список використаних джерел**

1. Про Національну гвардію України: Закон України від 13.03.2014 р. № 876-VII // Офіційний вісник України. – 2014. – № 24.
2. Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання : Закон України від 23.12.2015 р. № 901-VII // Відомості Верховної Ради України 2001, № 1, ст.1 (із змінами, внесеними згідно із Законом від 23.12.2015 р., ВВР, 2016, № 4, ст. 44).
3. Бойовий статут Сухопутних військ Збройних Сил України. Частина II (наказ командувача Сухопутних військ Збройних Сил України від 29.12.2010 р. № 574).
4. Про затвердження переліку заходів щодо вдосконалення протиповітряного захисту ядерних установок, що знаходяться на території України : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 28.08.2013 р. № 661-р // Офіційний вісник України. – 2013. – № 69. – Ст. 2545. – С. 85.
5. 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. – 291 с.
6. Чуев, В. Ю. Стохастические модели дуэльного боя двух единиц / В. Ю. Чуев, И. В. Дубоград // Математическое моделирование и численные методы. – 2016. – Вып. 10. – С. 69–84.
7. Городнов, В. П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений войск ПВО : учеб. пособие / В. П. Городнов. – Харьков : ВИРТА ПВО, 1987. – 380 с.
8. Леус, А. В. Математическая модель оценки эффективности систем физической защиты / А. В. Леус // Т-Comm-Телекоммуникации и транспорт. – 2010. – № 6. – С. 46–49.
9. Голубок, М. Г. Математична модель оцінки ступеню захищеності життєво важливих центрів атомних електричних

станцій в залежності від ступеню боєздатності сил охорони / М. Г. Голубок // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : ХУПС, 2015. – № 3 (44). – С. 91–94.

10. Радаев, Н. В. Приближённые оценки защищенности объектов от террористических действий / Н. В. Радаев // БДИ (Безопасность. Достоверность. Информация). – 2007. – № 3 (72). – С. 28–32.

11. Боровский, А. С. Приближённая оценка защищенности потенциально опасных объектов. Структурные параметры защищенности объектов / А. С. Боровский, А. Д. Тарасов // Программные продукты и системы. – 2013. – № 3. – С. 235–243.

12. Городнов, В. П. Методика прогнозу результатів виконання військовослужбовцями підрозділу спеціального призначення внутрішніх військ бойових завдань по знешкодженню озброєних злочинців / В. П. Городнов, В. В. Овчаренко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : ХУПС, 2010. – № 4 (26). – С. 211–217.

13. Загорка, О. М. Основні положення комплексної методики вибору доцільних варіантів прикриття важливих державних об'єктів силами та засобами протиповітряної оборони в операції (бойових діях) / О. М. Загорка, В. В. Тюрін // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2 (27). – С. 26–30.

14. Обґрунтування показника ефективності зенітного ракетного прикриття важливих державних об'єктів / С. В. Новіченко, С. В. Нечитайло, В. Г. Єрдяков та ін. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2012. – № 3 (9). – С. 61–64.

15. Семенец, В. О. Способы противодействия беспилотным летательным аппаратам /

В. О. Семенец, М. П. Трухин // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2018. – Т. 10. – № 3. – С. 4–12.

16. Городнов, В. П. Модель і методика оцінки впливу елементів матеріального забезпечення на показник втрати спроможності виконання службово-бойових завдань підрозділами Національної гвардії України в особливий період / В. П. Городнов, В. В. Власюк, В. В. Овчаренко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : ХУПС, 2016. – № 3 (48). – С. 172–181.

17. Городнов, В. П. Методика прогноза ефективності групувань родов військ ПВО / В. П. Городнов. – Харьков : ХВУ, 1999. – 32 с.

18. Городнов, В. П. Теоретические основы моделирования микроэкономических и других процессов и систем : монография / В. П. Городнов. – Харьков : АВВ МВД Украины, 2008. – 483 с.

19. Бабков, Ю. П. Методичні основи розрахунку чисельності структурних складових внутрішніх військ МВС України / Ю. П. Бабков, О. М. Попригін // Честь і закон. – 2002. – № 1. – С. 20–25.

20. Городнов, В. П. Математичне моделювання службово-бойових дій Національної гвардії : навч. посіб. / В. П. Городнов. – Харків : НАНГУ, 2016. – 256 с.

*Стаття надійшла до редакції 30.05.2019 р.*

УДК 355.455:355.351.4

**В. П. Городнов, Д. А. Куприенко, С. Н. Суконько**

### **КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВОИНСКОЙ ЧАСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ УКРАИНЫ ПО ОХРАНЕ ЯДЕРНОЙ УСТАНОВКИ**

*Разработана комплексная модель, которая позволяет с помощью выбранных показателей и критерия оценить возможности воинской части по охране ядерной установки относительно противодействия совершению диверсий как на территории объекта, так и за его пределами, которые (диверсии) могут быть осуществлены бойцами террористически-диверсионной группы как лично, так и с использованием БПЛА. Комплексная модель может помочь офицерам штабов Национальной гвардии Украины и командованию воинских частей принимать обоснованные решения по организации охраны ядерных установок и определению необходимой численности личного состава этих частей.*

**Ключевые слова:** комплексная модель, оценка возможностей, охрана ядерных установок, диверсии, террористически-диверсионная группа, беспилотные летательные аппараты, система массового обслуживания.

UDC 355.455:355.351.4

**V. P. Gorodnov, D. A. Kupriyenko, S. M. Sukonko**

### **COMPLEX MODEL OF EVALUATION OF OPPORTUNITIES OF THE MILITARY UNIT OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE FOR THE PROTECTION OF THE NUCLEAR INSTALLATION**

*The tasks for the protection of nuclear installations, in accordance with the guiding documents, are assigned to the military units of the National Guard of Ukraine. The formation of certain parts is carried out taking into account the peculiarities of the service for the protection of nuclear installations, the possible sabotage of the terrorist groups and the assessment of the military units' capabilities for dealing with these diversions. For this purpose, in the article a comprehensive model is developed which allows using the chosen indicators and the criterion to assess the capabilities of the military unit for the protection of the nuclear installation in counteracting sabotage both inside and outside the object, which (sabotage) can be carried out by soldiers terrorist-sabotage group both personally and with the use of UAV. The use in the model of the unit for assessing the vulnerability of the physical protection system of the nuclear device of the mathematical device of incompletely available mass service systems allows to take into account the guard reserve group combat order the whole length of the blockade and the incomplete availability of the terrorists and subversion groups for the shelling of the military, which is not taken into account in known scientific works on definite research direction. In the model of the block for calculating the required number of personnel of the special-purpose unit, the dependence of the number of the special-purpose unit from the area of the territory in which the unit carries out tasks for the detection of terrorist-sabotage groups and their apprehension or destruction on the approaches to the object is deduced. The model of the unit for determining the required number of personnel of the military unit for the first time allows us to determine the coefficients of increasing the number of personnel to perform tasks for the protection of nuclear facilities, which (coefficients) can be used for the operational calculation of the number of personnel units. The developed comprehensive model can help the National Guard Headquarters of Ukraine and the command of the military units to make substantiated decisions on the organization of nuclear facilities and to determine the required number of these units*

**Keywords:** complex model, estimation of possibilities, protection of nuclear installations, sabotage, terrorist-sabotage group, unmanned aerial vehicles, mass service system.

**Городнов Вячеслав Петрович** – доктор військових наук, професор, професор кафедри тактико-спеціальної підготовки Національної академії Національної гвардії України  
<https://orcid.org/0000-0001-8593-8871>

**Купрієнко Дмитро Анатолійович** – доктор військових наук, доцент, заступник начальника факультету підготовки керівних кадрів Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького  
<https://orcid.org/0000-0002-4086-1310>

**Суконько Сергій Миколайович** – ад'юнкт Національної академії Національної гвардії України  
<https://orcid.org/0000-0003-2224-4068>