



В. П. Городнов

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ ОЧІКУВАНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ СЛУЖБОВО-БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ ВІЙСЬКОВИМИ ЧАСТИНАМИ І ПІДРОЗДІЛАМИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Сформульовано основні поняття методології розробки моделей оцінки очікуваної ефективності соціальних конфліктних процесів виконання завдань військами Національної гвардії України, визначено співвідношення і взаємозв'язок цих понять, протиріччя моделювання, що є причиною невдач у розробленні моделей. Систематизовано подані методологічні основи розробки свідомо корисних моделей з одночасним прогнозом значень їх показників ефективності: достовірності, оперативності, повноти моделювання, корисності розроблюваної моделі щодо існуючої і в порівнянні з ідеальною моделлю. Наведено вираз для прогнозу витрат часу на розроблення моделі.

Ключові слова: моделі, методологія, службово-бойові дії, показники, ефективність.

Постановка проблеми. Для вирішення практичних завдань у кожній предметній області необхідні знання властивостей об'єктів, процесів або явищ (далі – об'єктів) та законів їх зміни. Джерелом таких знань можуть бути практичний досвід (у разі збереження умов існування об'єктів) або наукові дослідження, що дозволяють отримувати знання, достатні для прогнозування можливих змін станів об'єктів. Основною ознакою належності знань до категорії “наука” є [1, 2] можливість їх застосування для прогнозування змін в об'єктах цих знань з точністю, достатньою для практики роботи з такими об'єктами.

Найрозвиненішою формою організації наукового знання є *теорія* (від грец. *theoría*, *theoréo* – розглядаю, досліджую), яка дає цілісне уявлення про закономірності та суттєві зв'язки конкретної області дійсності – об'єкта цієї теорії.

Множину варіантів теорій можна умовно поділити на дві групи – наукові теорії, як правило, об'єктивні, підтверджені практикою застосування знань цієї теорії, і такі, що забезпечують можливість прогнозування змін у досліджуваних об'єктах, та суб'єктивні теорії, ще не підтверджені практикою прямо або побічно (рис. 1).

Кінцевою метою наукової теорії є можливість прогнозування змін в об'єкті теорії для забезпечення практики управління об'єктом або практики роботи з некерованим об'єктом, таким, як наприклад, землетруси.

Для досягнення зазначеної мети наукова теорія повинна забезпечувати виконання сукупності взаємопов'язаних функцій (рис. 2): опис об'єкта, пояснення причин і наслідків можливих змін в його станах, прогнозування можливих змін в об'єкті в інтересах забезпечення практичних рішень у ході роботи з об'єктом теорії.

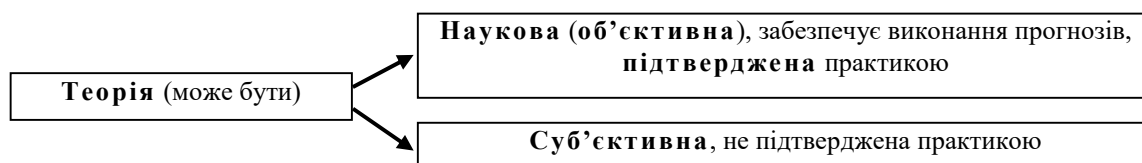


Рис. 1. Можливі типи теорії

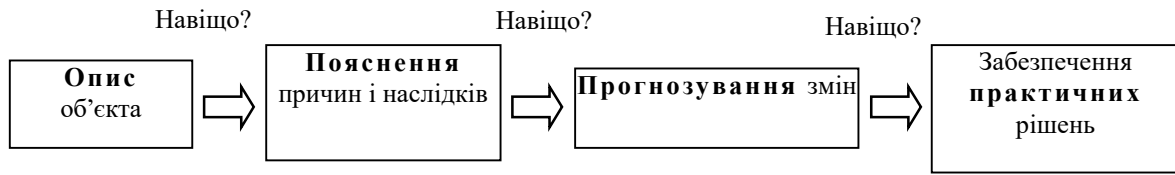


Рис. 2. Функції наукової теорії

При цьому початковим базовим елементом наукової теорії є опис зв'язків і закономірностей об'єкта, істотних для цілей теорії, і такий, що являє собою ідеалізовану модель досліджуваного об'єкта, придатну для його заміщення при поясненні причин і наслідків та під час виконання прогнозів. Процес розробки моделі часто називають моделюванням.

Поняття *“модель”* (утворено від лат. *modulus* – міра, аналог, зразок) у широкому сенсі слова включає будь-який образ будь-якого об'єкта, процесу або явища, що служить оригіналом моделі [3, с. 828 п. 5]. Такий образ може бути фізичним або умовним, наприклад знаковим. Модель може існувати у вигляді математичної формули, карти, графіка, плану дій, проекту, держбюджету, методу або методики, теорії, рішення на операцію, у формі думки про конкретні об'єкти чи про дії або в інших формах.

На цей час найбільшого поширення набули математичні моделі, які далі є предметом аналізу.

Відомо, що будь-який реальний об'єкт має нескінченну кількість властивостей і взаємозв'язків. Цю істину образно зазначив німецький філософ Йосип Діцген: “Електрон також невичерпний, як і атом”. Тому модель об'єкта може відобразити лише частину його

особливостей і зв'язків. Отже, залежно від співвідношення цілей моделювання та складу властивостей, які враховуються в об'єкті, усі моделі можна умовно поділити на три класи: корисні, марні та шкідливі, що можливо ідентифікувати таким чином.

Корисні моделі – включають найістотніші для цілей моделювання параметри і властивості об'єкта.

Марні моделі – включають лише деякі параметри і властивості реального об'єкта зі складу його істотних для цілей моделювання.

Шкідливі моделі – включають не істотні для цілей моделювання параметри і властивості реального об'єкта та викривляють прогнозований результат до появи небажаних наслідків рішень, які приймаються. Так, якщо пішохід під час перетину автотраси з інтенсивним рухом у своїй моделі обстановки буде враховувати тільки кількість птахів у небі, то виконання його рішень може призвести до “небажаних – шкідливих наслідків”.

З точки зору практичних цілей виконання прогнозів і прийняття рішень, у складі наукової теорії можна виділити три групи взаємопов'язаних інструментів (рис. 3): моделі, методи виконання оцінок і методики вирішення конкретних завдань у конкретних умовах.

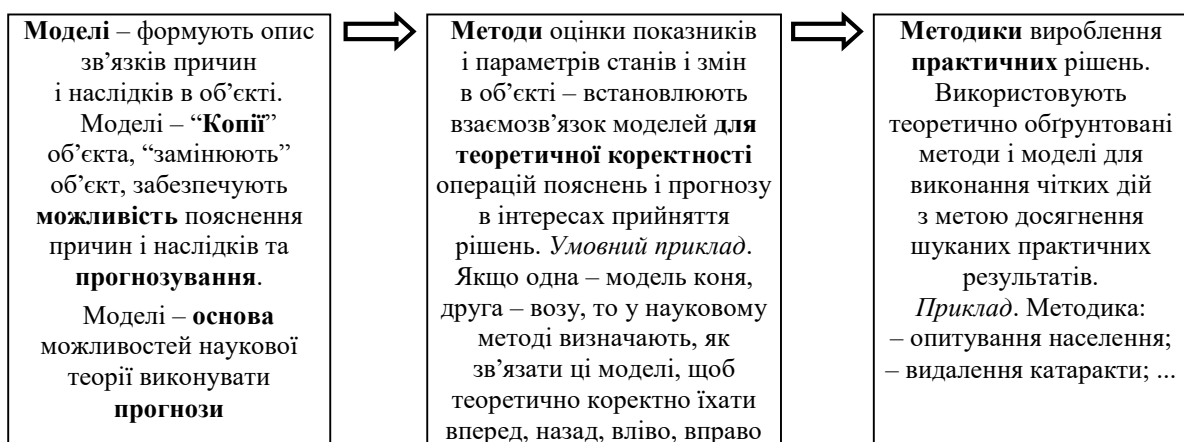


Рис. 3. Інструменти наукової (об'єктивної) теорії

Метод (від грец. μέθοδος – шлях дослідження або пізнання, від μετά- + ὁδός “шлях”) часто розглядається як систематизована сукупність кроків і дій, які спрямовані на вирішення певної задачі або на досягнення певної мети. До завдань методу входить теоретичне обґрунтування одержуваного результату за рахунок використання відображених у моделях закономірностей реального об’єкта і за рахунок прогностичних властивостей моделей. Одна й та ж сама модель або сукупність моделей може використовуватися для формування різних методів, що дозволяють вирішувати різні завдання.

Методика є конкретизацією методу, доведенням його до інструкції, до алгоритму, до чіткого опису способу дій з метою отримання бажаного результату в конкретних умовах. У деяких випадках для досягнення цілей дій одна методика може базуватися на наукових засадах кількох методів. Так, у соціології в межах однієї методики можуть використовуватися методи збирання первинної інформації, методи психології, математики, математичної статистики та ін.

Таким чином, в основі наукового прогнозування та оцінювання очікуваних результатів виконання прийнятих рішень лежить корисна модель. Корисною моделлю стає у тому випадку, коли відповідно до цілей моделювання у складі моделі достатньою мірою достовірно відображені властивості модельованого об’єкта і при цьому споживачі інформації можуть своєчасно отримувати шукані результати з необхідною точністю (деталізацією) і можуть бути впевнені у достатній адекватності моделі об’єкту моделювання. Зазначені умови є причиною прихованих протиріч на шляху розроблення корисних моделей (табл. 1) в області виконання службово-бойових завдань (СБЗ) Національної гвардії України (НГУ).

Перше протиріччя – між вимогою високої достовірності результатів моделювання і вимогою оперативності (своєчасності отримання результатів). Підвищення достовірності досягається за рахунок збільшення кількості факторів і параметрів, що враховуються у моделях. При цьому ускладнюється модель, зростає час підготовки і введення даних, збільшується час розрахунків і в результаті втрачається оперативність. Результати моделювання видаються особам, які приймають рішення, та органам управління значно пізніше за встановлені терміни і стають марними, наприклад, у разі моделювання дій з припинення масових безладь.

Друге – це протиріччя між об’єктом моделювання (соціальною обстановкою в регіонах виконання службово-бойових завдань, складом військових частин і підрозділів НГУ, рівнем їх матеріального, фінансового та інших видів забезпечення), що безперервно розвивається, і структурою моделі, що відбиває об’єкт моделювання лише на момент створення моделі.

Третім є протиріччя між необхідним ступенем деталізації (точності) відображення процесів у моделях службово-бойових дій і невизначеністю початкових даних, наприклад, про стан оперативної обстановки в регіонах, про склад, інтереси, ступінь організованості та можливості правопорушників, про свої можливості стосовно поточної та ймовірної обстановки.

Відомо, що чим детальніше відтворюється розвиток модельованого процесу, тим більше довіри викликає така модель і тим точнішою повинна бути для неї початкова інформація. Однак насправді частина початкових даних, наприклад, параметри погодних умов, мають випадковий характер і можуть відповідати відомому поняттю безперервної випадкової величини, для якої ймовірність вгадати її точне значення строго дорівнює нулю [4].

Т а б л и ц я 1

Протиріччя моделювання	
Сутність протиріч	
1	Достовірність ↔ оперативність
2	Розвиток реального процесу і потреб органів управління ↔ фіксована структура моделей
3	Висока точність (деталізація) моделювання ↔ невизначеність початкових даних
4	Випадковість, неповторність кожної реалізації реального процесу ↔ потреба стійких рекомендацій для прийняття рішень
5	Вимога адекватності моделі (для великих операцій) ↔ відсутність таких операцій

Такі параметри задаються у моделі навмання, що призводить до результатів, які настільки ж навмання одержані. Виникає парадоксальна ситуація: чим детальніше у моделі відтворюється реальний процес, що моделюється, тим менше підстав для довіри до результатів моделювання у зв'язку з відсутністю детальних початкових даних

Четверте – це *протиріччя* між індивідуальним, неповторним розвитком кожної реалізації реального процесу (згадаймо філософське твердження “не можна увійти в одну й ту ж саму річку двічі”) і вимогою формування у моделях стійких узагальнених рекомендацій керівникам та органам управління для прийняття практичних рішень.

П'ятим для моделей великих операцій є *протиріччя* між вимогою високого ступеня відповідності моделі і реальної операції та відсутністю такої операції (практики) як єдиного критерію істини.

Найбільш гостро розглянуті протиріччя проявляються під час розроблення моделей соціальних конфліктних процесів з усвідомленою участю людей, дії яких важко передбачити. До таких процесів належать службово-бойові та бойові дії (СБіБД) військових частин і підрозділів НГУ за мирного часу і в особливий період. Тому наведені протиріччя є однією з причин малої кількості корисних моделей у теорії та практиці підготовки і ведення СБіБД військами НГУ й одночасно породжують проблему формування методологічних основ розробки корисних моделей оцінки очікуваної ефективності виконання службово-бойових завдань (СБЗ) військовими частинами і підрозділами Національної гвардії України.

Увесь комплекс методології розроблення корисних моделей у сфері виконання СБЗ НГУ, що дозволяє компенсувати зазначені протиріччя, виходить за межі можливостей однієї статті і зумовлює необхідність розглянути лише деякі фрагменти такої методології. Нагадаємо, що у сфері науки методологія, як логіка методу наукових досліджень, містить п'ять логічно необхідних елементів: об'єкт дослідження; мета дослідження; предмет дослідження, узгоджений з метою дослідження; інструменти дослідження (відомі і такі, що розробляються); інструкції та правила застосування інструментів. Наведені елементи прогностичних властивостей щодо можливих

термінів і результатів досліджень на даному етапі їх розвитку не мають, що не дозволяє віднести елементи методології до категорії “наука”.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Становлення методології математичного моделювання припало на кінець 40 – початок 50-х років ХХ ст. у зв'язку з появою комп'ютерів, які позбавили дослідників величезної за обсягом рутинної обчислювальної роботи, та у зв'язку з появою безпрецедентного соціального замовлення на виконання національних проектів СРСР і США зі створення ракетно-ядерного щита. З того часу розвиток математичного моделювання у різних сферах людської діяльності набув лавиноподібного характеру, тому що застосування моделей замість початкового об'єкта різко скоротило вартість і тривалість експериментів. З'явилася категорія “обчислювальний експеримент” з використанням комп'ютерної моделі. Ядерні вибухи і польоти ракет та супутників були спочатку промодельовані на комп'ютерах і лише потім реалізовані на практиці.

Перерахувати всі праці з математичного моделювання навіть за останні 10 років не є можливим. Слід лише відзначити появу праць зі спробою охоплення максимально можливого, на думку авторів, обсягу завдань моделювання, як наприклад [5], де автор наводить варіанти моделювання об'єктів за виконуваними функціями, за складом, за структурою, за формою, з організації, з управління і т. д., що фактично підтверджує згадану тезу про необмежену кількість можливих моделей одного об'єкта. Інша група праць стосується питань імітаційного моделювання фізичних процесів [6–9], де об'єктом моделювання є фізичні об'єкти і процеси, які мають конкретний набір актуальних, вимірних параметрів, що дозволяє розраховувати на отримання початкових даних, достатніх для моделювання.

Більш високий рівень невизначеності початкових даних виникає під час моделювання об'єктів і процесів за участю людини [10, 11]. Однак в умовах безконфліктних процесів варіанти дій людей можуть бути визначені й описані алгоритмічно із застосуванням відомих математичних моделей або концептуально [11].

Не торкаючись численних питань стосовно методів аналітичного та імітаційного моделювання, можна відзначити, що питання

методології моделювання та оцінювання специфічних СБЗ військових частин і підрозділів НГУ, у ході виконання яких виникають процеси за участю окремих осіб і груп людей з конфліктними інтересами, у відомих працях не знайшли відображення, достатнього для розробки корисних моделей, що визначило актуальність теми цієї статті та необхідність формулювання її мети.

Метою статті є формування методологічних основ розробки корисних моделей оцінки очікуваної ефективності виконання службово-бойових завдань військовими частинами і підрозділами Національної гвардії України.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до Закону [12, ст. 1] Національна гвардія України є військовим формуванням з правоохоронними функціями, для виконання яких в її складі передбачені лінійні військові частини шести типів (табл. 2).

За мирного часу групу завдань охорони виконують військові частини перших п'яти типів. До участі у заходах, спеціальних відпрацюваннях і в операціях залучаються в основному військові частини 4-, 5- і 6-го типів.

В особливий період НГУ бере участь у бойових діях з одночасним виконанням перших двох груп функцій.

Військові частини Національної гвардії завдання виконують цілодобово. Ці завдання умовно поділяють на планові (для військових частин 1–4-го типів у табл. 2) і на завдання, які виникають раптово (для військових частин 4-, 5-, 6-го типів у табл. 2).

Для виконання кожного завдання кількість виділеного особового складу визначається директивними документами й експертно.

Під час постановки завдань особовому складу прогноз ефективності та надійності результатів їх виконання зазвичай не

проводиться у зв'язку з відсутністю необхідних показників, моделей і методик розрахунків. Відома логіка оцінювання ефективності [13, п. 3.7.10], як відношення ефекту до втраченого ресурсу, для Національної гвардії не придатна, тому що таке співвідношення не відповідає цілям СБД, і крім того ресурсом можуть бути людські життя, аварії на АЕС та інші, які не мають розрахункової вартості і втрата яких може призводити до непередбачуваних тяжких наслідків.

У підсумку можуть виникати рішення як з надмірною, так і з недостатньою кількістю особового складу для виконання завдань. За мирного часу *нестача* спричиняє надмірне навантаження на особовий склад і зниження ефективності, а *надлишок* призводить до зниження можливостей військових частин для виконання інших завдань. В особливий період відсутність кількісних оцінок ефективності прийнятих рішень може мати більш тяжкі наслідки.

Різноманітність типів, функцій військових частин НГУ (див. табл. 2) та умов виконання службово-бойових і бойових завдань з урахуванням невизначеності конфліктних інтересів окремих осіб і груп людей за мирного часу і в особливий період є однією з причин відсутності необхідних моделей оцінки очікуваної ефективності виконання СБЗ і водночас зумовлює необхідність формування досить загальних основ методології розробки таких моделей, а також уточнення базових категорій і понять – ефективності, показника ефективності та ін.

З огляду на військово-соціальну специфіку службово-бойових і бойових завдань і функцій НГУ (див. табл. 2) зазначені базові категорії можна визначити таким чином.

Т а б л и ц я 2

Типи і функції військових частин НГУ

№	Тип в/ч	Повна назва типу військових частин та специфіка їх функцій
1	ОВДО	з охорони важливих державних об'єктів (у т. ч. АЕС), спеціальних вантажів
2	ОДПКУ	з охорони дипломатичних представництв, консульських установ іноземних держав, представництв міжнародних організацій в Україні
3	КЕОП	з конвоювання, екстрадиції та охорони підсудних
4	ОГП	з охорони громадського порядку
5	ОП	з оперативного призначення (масові заворушення, ОГП, спец. операції ...)
6	СП	підрозділи (загони) спеціального призначення (боротьба з ДРГ, операції)

Ефективність – це властивість процесу і результатів дій з досягнення цілей дій (операцій). Ефективність як властивість може бути багатовимірною, може вимірюватися різними показниками ефективності.

Показник ефективності – це кількісна міра ступеня досягнення цілей дій (операцій).

Якщо показники ефективності є інструментом оцінок і прийняття рішень командирами, то кожен показник повинен задовольняти спеціальні вимоги, зокрема:

- 1) відповідність цілям і задачам СБІБД (операції);
- 2) ясний фізичний зміст;
- 3) чутливість до значущих для дій учасників СБІБД (операції) факторів і до прийнятих рішень;
- 4) зручність обчислення і використання.

Правильний вибір показника ефективності є однією з умов успіху в розробці моделі та в операції в цілому, тому що в складних випадках напрямок зміни показника дозволяє вибрати правильний напрямок пошуку кращого рішення, яке визначається критерієм ефективності.

Критерій ефективності – це сукупність ознак, яким має задовольняти найкраще рішення.

Процес оцінювання очікуваної ефективності виконання СБЗ повинен закінчитися отриманням шуканої оцінки як цілі аналізу із застосуванням моделей, а також формуванням умов досягнення одержаної оцінки, що є варіантом рекомендацій командирам для прийняття обґрунтованих рішень. У деяких джерелах [14], [15] такий процес називають оцінкою ефективності, у тому числі із застосуванням методів і моделей оцінювання ефективності.

У разі розробки і використання моделі оцінки очікуваної ефективності виконання СБЗ об'єктом моделювання стають процедури оцінювання людиною можливих результатів реального процесу виконання СБЗ, що зумовлює необхідність наявності у складі моделі двох функціональних елементів: моделі процесу, яка певним чином відображує реальний стан СБД з точки зору інтересів людини щодо їх оцінки, і моделі прийняття рішення, яка забезпечує вибір найкращого рішення у процесі побудови плану виконання СБЗ і містить необхідний набір показників та критеріїв ефективності СБЗ.

У результаті такої розробки формується необхідна модель оцінки ефективності. Мета такої моделі – не спроба копіювання реального об'єкта у повному обсязі, а формалізація зв'язків параметрів функціонування самого об'єкта і можливих результатів його діяльності з інтересами людей, які приймають рішення щодо організації роботи об'єкта, і можливість прогнозування ступеня досягнення цілей людей залежно від їх рішень з управління об'єктом.

Кінцевий вигляд такої моделі оцінки ефективності виявляється таким, який збігається з відомим визначенням математичної моделі операції [16].

Математична модель операції – це система математичних залежностей і логічних правил, яка дозволяє з достатньою повнотою і точністю:

- 1) описувати найбільш істотні процеси, властиві операції;
- 2) прогнозувати можливий хід і результат операції за певними початковими даними;
- 3) оцінювати ефективність варіантів рішень і планів операції;
- 4) отримувати дані з оптимізації елементів замислу і плану операції.

Методологічно обґрунтований склад процедур розроблення моделі оцінки очікуваної ефективності виконання СБЗ повинен забезпечувати максимальну логічну й інформаційну підготовку кожної наступної процедури, компенсацію зазначених протиріч процесу моделювання і прогноз якості та термінів розробки моделі і може включати такі процедури.

1. Попереднє формування цілей моделювання та з їх позицій – вивчення процесів виконання СБЗ підрозділами і військовими частинами (ПіВ/Ч) НГУ за мирного часу і в особливий період. У результаті цієї процедури встановлюється перелік можливих станів процесу виконання СБЗ кожним типом ПіВ/Ч, істотних для цілей СБЗ. Для кожного стану вибираються характеристики і параметри, які визначають розвиток процесу СБД і мають кількісний вимір. Ця процедура дозволяє перейти від нескінченної кількості станів до обмеженої їх кількості, вже придатної для побудови моделі в обмежені терміни.

2. За інформацією, яка зібрана, чітко формулюються об'єкт, цілі та предмет моделювання. Формується перелік конкретних

питань, на які необхідно отримувати відповіді в результаті моделювання.

3. Вибираються: показники і критерії ефективності, вимоги до деталізації, достовірності результатів та оперативності їх отримання. У разі принципово нових досліджуваних умов або об'єктів вводиться поняття “ідеальний об'єкт”, для якого показники мають гранично найкращі значення і який далі використовується як “точка опори” під час оцінювання ефективності реальних об'єктів моделювання.

Процес виконання моделювання задовольняє умови центральної граничної теореми О. Я. Хинчина [17], що дозволяє використовувати показниковий закон розподілу для виведення виразу показника оперативності P – імовірності своєчасного отримання результатів моделювання:

$$P = 1 - e^{-\frac{T_n}{T}}, \quad (1)$$

де T_n – наявний у органа управління час для моделювання;

T – середній час, необхідний для виконання розрахунків за моделлю.

4. Змістовний опис процесу, поділ на складові підпроцеси, які повторюються, що дозволяє зафіксувати всі виявлені причинно-наслідкові зв'язки та їх параметри.

5. Прийняття гіпотез, припущень, перевірка наявності формальних наслідків гіпотез, що дають змогу доповнити прогалини в інформації про модельовані процеси СБД і підготувати

умови для майбутньої перевірки адекватності моделі.

6. Визначення параметрів моделі, формування шкали значущих факторів і параметрів (табл. 3), що дозволяють встановити перелік зовнішніх, внутрішніх і керованих параметрів, їх розмірність, тип (випадкові, детерміновані, логічні тощо), діапазон зміни, взаємозв'язки, джерело одержання та точність визначення і подати у вигляді списку (шкали) значущих факторів та параметрів з експертною оцінкою їх абсолютних (за 100-бальною шкалою) і відносних (α_i) ваг важливості.

За наявності даних не менше ніж трьох експериментів (результатів виконання відповідних СБЗ) ваги важливості можуть бути визначені більш об'єктивно – з використанням двоїстої задачі таксономії [18].

7. Визначення вимог до вихідної інформації, до захисту інформації від витoku виконується для формування складу, форми подання початкових даних і результатів моделювання, зручних для командирів, а також визначення заходів закриття інформації від витoku на всіх етапах – від збирання даних до видачі й аналізу результатів.

8. Декомпозиція процесу на підпроцеси, формування повної А-схеми (агрегативної схеми) моделі шляхом графічного встановлення зв'язку підпроцесів із зазначенням параметрів, які формуються і передаються між підпроцесами, що дає змогу отримати найбільш повне уявлення про модель, але ще таке, яке не придатне для формалізації через обмежений час для розробки моделі.

Т а б л и ц я 3

Шкала значущих факторів і параметрів, які враховуються у процесі моделювання СБД військових частин і підрозділів НГУ (приклад)

№ пор.	Найменування факторів і параметрів, що враховуються у моделях	Вага фактора, параметра		Спосіб* урахування факторів і параметрів у моделях	
		у балах	відносна (α_i)	розроблюваній	наявній
1	Мета СБЗ	100	0,0697	Б	П
2	Кількість бійців НГУ	95	0,0679	П	Ф
3	Кількість противників	92	0,0662	Ф	Н
...
31	Інші фактори й параметри	1	0,0012	Н	Н

*Способи врахування факторів і параметрів у моделі позначені: Б – безпосереднє врахування; П – просте узагальнення; Ф – функціональне узагальнення; Н – непряме врахування

9. Зрізання А-схеми (для скорочення часу розроблення) виконується шляхом виключення окремих модулів або заміни їх у моделі узагальненими параметрами, що спричиняє методичні похибки і знижує достовірність результатів, яку можна оцінювати показником достовірності R :

$$R = 1 - \sum_{j=1}^4 \beta_j \times \sum_{i \in q_j} \alpha_i, \quad (2)$$

де α_i – вага важливості i -го параметра (фактора) зі шкали факторів (див. табл. 3);

q_j – множина параметрів, які враховують у моделі j -м способом узагальнення;

$\beta_j = (0,0; 0,445; 0,6; 1,3)$ – відносне середнє значення методичної похибки розрахунків за j -го способу узагальненого (грубого) врахування параметрів у моделі для варіантів: безпосереднє врахування; просте узагальнення; функціональне узагальнення; непряме врахування відповідно.

Для контролю корисності розробки огрубленої моделі враховують вагу важливості ξ_k ($k = 1, \dots, Q$) кожного з Q показників і параметрів управління, які розраховуються, та оцінюють показник повноти моделювання Y :

$$Y = \sum_{k=1}^Q \xi_k \cdot R_k \cdot P_k \approx R \cdot P \cdot \sum_{k \in \Omega} \xi_k, \quad (3)$$

де Ω – множина показників і параметрів управління, які розраховуються у моделі.

Ступінь корисності розробки нової моделі можна оцінити узагальненим показником

ефективності W з використанням показника повноти моделювання для ідеальної моделі ($Y = 1$), для існуючої моделі або методики (Y_i), і з індикацією належності моделі, яка розробляється, до одного з трьох класів:

$$W = \frac{Y - Y_i}{1 - Y_i}, \quad -\infty < W \leq 1; \quad (4)$$

$0 < W \rightarrow$ корисна; $W \approx 0 \rightarrow$ марна; $W < 0 \rightarrow$ шкідлива!

10. Мінімізація кількості параметрів моделі, оцінка часу T_M на розробку моделі. Цю процедуру виконують виключенням малоістотних параметрів і переходом до безрозмірних комбінацій параметрів і показників. Для оцінювання очікуваного часу на розробку моделі можна скористатися апроксимацією розрахункових виразів, отриманих М. Х. Холстедом [19]:

$$T_M \approx q_0 + q_1 \cdot K_n + q_2 \cdot K_n^2 + q_3 \cdot K_n^3 \quad \text{при } K_n > 10, \quad (5)$$

де q_i – значення коефіцієнтів апроксимації, наведені у табл. 4;

γ – кількість незалежних вихідних показників та параметрів управління ($\gamma \leq Q$);

$K_{\text{вх}}$ – кількість незалежних вхідних параметрів програми моделі;

$K_n = K_{\text{вх}} + \gamma$ – загальна кількість незалежних вхідних і вихідних параметрів;

S – параметр Страуда [19], який відображує рівень кваліфікації розробників (див. табл. 4).

Т а б л и ц я 4

Коефіцієнти апроксимації для розрахунку часу T_M розробки моделей

K_n	Кваліфікація / S	q_0	q_1	q_2	q_3
$10 < K_n \leq 55$ (T_M , людино-дні)	Початківець / 5	-1,1617	0,5535	-0,0558	0,0022
	Середня / 10	-0,3799	0,2019	-0,0209	0,0008
	Висока / 18	-0,1904	0,1105	-0,0119	0,0005
$55 < K_n \leq 110$ (T_M , людино-місяці)	Початківець / 5	-0,2981	0,079	-0,0063	0,0002
	Середня / 10	-0,0846	0,067	-0,0032	0,00006
	Висока / 18	-0,0353	0,0286	-0,0017	0,00003

11. Вибір математичного апарату моделювання, що виконується шляхом виявлення головних параметрів, які визначають розвиток модельованого процесу, оцінки законів розподілу головних параметрів, та використання саме цих законів для побудови моделі, що необхідно для забезпечення адекватності моделі реальному об'єкту.

12. Запис і перетворення рівнянь моделі.

13. Вибір методу оптимізації показників ефективності та параметрів управління виконанням СБЗ, побудова блок-схеми алгоритму моделі.

14. Перевірка адекватності моделі та реального процесу виконання СБЗ з використанням методів тестування і верифікації.

15. Комплекс процедур розробки і верифікації комп'ютерної програми математичної моделі.

Розглянуті методологічні основи розробки моделей оцінки очікуваної ефективності виконання завдань СБЗ військовими частинами і підрозділами Національної гвардії України не є усталеною “істиною в останній інстанції”, але є перевіреним у практиці роботи автора поточним варіантом логіки методу розробки корисних моделей оцінки ефективності, що дозволяє компенсувати відомі суперечності у сфері моделювання соціальних конфліктних процесів.

Висновки

У статті систематизовано подані методологічні основи розробки свідомо корисних моделей оцінки очікуваної ефективності виконання СБЗ військовими частинами і підрозділами НГУ, які можуть бути корисними науковцям-початківцям та ад'юнктам, тому що дають змогу уникнути типових помилок у процесі розроблення моделей, що дозволяє вважати поставлену мету статті досягнутою. При цьому у ході розробки іноді достатньо використовувати лише деякі з таких ключових ідей розглянутих методологічних основ, зокрема:

– визначення цілей реального модельованого процесу (об'єкта) і цілей моделювання;

– введення поняття “ідеальний” об'єкт, для якого вибрані показники мають граничні найкращі значення;

– виявлення головних параметрів модельованого об'єкта (процесу) і відповідного

до цих параметрів математичного апарату для побудови моделі;

– перехід в опису моделі від параметрів і показників, які мають розмірність, до безрозмірних параметрів і показників;

– формування гіпотез про найбільш істотні властивості модельованого процесу, допущень і шкали значущих факторів та параметрів;

– прогноз значень показників ефективності [18] моделі – показників достовірності R , оперативності P , повноти Y , корисності W і витрат часу T_m на розроблення моделі;

– перевірка адекватності моделі об'єкту моделювання з використанням методів прямої і непрямої перевірки.

Подані у методологічних основах інструменти дозволяють прогнозувати значення показників якості розроблюваних моделей і тривалість розробки залежно від умов організації робіт, що є ключовою ознакою належності розглянутих основ до категорії “наука” і вперше дає змогу внести елемент наукового обґрунтування прийнятих рішень з питань методології наукових досліджень.

Напрямок подальших досліджень може бути розроблення комп'ютерних засобів підтримки процесів моделювання, а також уточнення розглянутих методологічних основ.

Перелік джерел посилання

1. Основные признаки научного знания. URL: <http://www.di-mat.ru/faq/2012-282> (дата звернення: 12.11.2019).

2. Наука. Материал из Википедии. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0> (дата звернення: 12.11.2019).

3. Советский энциклопедический словарь. Москва: Сов. энцикл., 1980. 1600 с.

4. Городнов В. П. Вища математика (популярно, із прикладами) : підручник для студ. екон. спец. вищ. навч. закл. Харків: Акад. ВВ МВС України, 2013. 372 с.

5. Кононюк А. Е. Обобщённая теория моделирования. Начала. Ч. 1. Київ: Освіта України, 2012. 602 с.

6. Імітаційна модель для оцінювання ризику та можливих напрямків завдання ударів безпілотними літальними апаратами по об'єктах, що охороняються / Г. А. Дробаха та ін. *Честь і закон*. 2019. № 1 (68). С. 38–47.

7. Луньов О. Ю. Модель раціонального руху безпілотних літальних апаратів на основі розв'язування задачі комівояжера під час

виконання завдань з припинення масових заворушень силами Національної гвардії України. *Честь і закон*. 2019. № 1 (68). С. 31–37.

8. Ihrig M. A. New Research Architecture For The Simulation Era (En). *European Council on Modelling and Simulation*. 2012. P. 715–720.

9. Spille-Kohoff A. Process Simulation of Arc Welding. *ANSYS Solution*. 2006. Vol. 7. Issue 1. P. 27–29.

10. Сисоєв В. В. Моделювання логістичного управління постачанням сил сектору безпеки і оборони держави в єдиній системі матеріально-технічного забезпечення: автореф. дис. ... д-ра екон. наук: 08.00.11 / Харк. нац. екон. ун-т ім. Семена Кузнеця. Харків, 2016. 40 с.

11. Белай С. В., Бабков Ю. П., Бондаренко О. Г. Концептуальна модель державного управління логістичним забезпеченням спільних дій сил безпеки в умовах виникнення кризових ситуацій. *Честь і закон*. 2019. № 2 (69). С. 70–78.

12. Про Національну гвардію України: Закон України від 13.03.2014 р. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/876-18> (дата звернення: 12.11.2019).

13. Международный стандарт ISO 9000 URL: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2018/09/ISO-9000-2015.pdf>. (дата звернення: 12.11.2019).

14. Оцінка ефективності управління персоналом. URL : https://stud.com.ua/26236/mededzhment/otsinka_efektivnosti_upravlinnya_personalom (дата звернення: 12.11.2019).

15. Методи оцінки ефективності управління якістю інноваційного проекту. URL: https://pidruchniki.com/87733/mededzhment/metodi_otsinki_efektivnosti_upravlinnya_yakistyuu_innovatsiynogo_proektu (дата звернення: 12.11.2019).

16. Вентцель Е. С. Исследование операций. Москва: Сов. радио, 1972. 552 с.

17. Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания / под ред. Б. В. Гнеденко. Москва: Физматгиз, 1963. 236 с.

18. Городнов В. П. Теоретические основы моделирования микроэкономических и других процессов и систем: монография. Харків: Акад. внутр. військ МВС України, 2008. 484 с.

19. Холстед М. Х. Начала науки о программах / пер. с англ. В. М. Юфы. Москва: Финансы и статистика, 1981. 128 с.

Стаття надійшла до редакції 25.11.2019 р.

УДК 519.876.5

В. П. Городнов

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ОЖИДАЕМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СЛУЖЕБНО-БОЕВЫХ ЗАДАЧ ВОИНСКИМИ ЧАСТЯМИ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ УКРАИНЫ

Сформулированы основные понятия методологии разработки моделей оценки ожидаемой эффективности социальных конфликтных процессов выполнения задач войсками Национальной гвардии Украины, определены соотношения и взаимосвязь этих понятий, противоречия моделирования, которые являются причиной неудач в разработке моделей. Систематизированы и представлены методологические основы разработки заведомо полезных моделей с одновременным прогнозом значений их показателей эффективности: достоверности, оперативности, полноты моделирования, полезности разрабатываемой модели относительно существующей и по сравнению с идеальной моделью. Приведены выражения для прогноза затрат времени на разработку модели.

Ключевые слова: модели, методология, служебно-боевые действия, показатели, эффективность.

UDC 519.876.5

V. Gorodnov

METHODOLOGICAL BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF MODELS FOR ASSESSING THE EXPECTED EFFECTIVENESS OF MILITARY-SERVICE MISSIONS BY MILITARY UNITS AND SUBUNITS OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE

In the article the basic concepts of methodology for developing models for assessing the expected effectiveness of social conflict processes of NGU troops performing tasks, the correlation and interconnection of these concepts, the modeling contradictions that cause failure in model development were systematized and presented, the methodological foundations of the development of obviously useful models with a simultaneous forecast of their values performance indicators were systematized and presented: reliability, efficiency, completeness of modeling, usefulness of the developed model compared to the existing model and the ideal one. Expressions for predicting the time spent on developing a model are given.

At the same time, while the developing models, it is sometimes sufficient to use only some of the following key ideas of the methodological foundations:

- determination of the goals of a real simulated process (object) and modeling goals;*
- introduction of the concept of “ideal” object, for which the selected indicators have the best marginal values (ideal solution);*
- determination of the main parameters of the simulated object (process) and corresponding to these parameters – the mathematical apparatus for building the model;*
- transition in the description of the model from parameters and indicators that have a dimension, to dimensionless parameters and indicators;*
- formation of hypothesis about the significant features of a modeled process, assumptions and scales of significant factors and parameters;*
- forecast of values of the performance indicators of the model - indicators: reliability (R), timeliness (P), completeness (Y), utility (W) and time spent (Tm) on model development;*
- checking the adequacy of the model using direct and indirect verification methods.*

The tools (procedures, calculation formulas) presented in the methodological foundations make it possible to predict the values of the quality indicators of the developed models and the duration of the development depending on the conditions of the organization of work, which is a key sign that the foundations belong to the category of science and for the first time allows you to introduce an element of the scientific substantiation of decisions in matters of methodology research and modeling.

Keywords: models, methodology, service-combat missions, indicators, efficiency.

Городнов Вячеслав Петрович – доктор військових наук, професор, професор кафедри тактико-спеціальної підготовки Національної академії Національної гвардії України
<https://orcid.org/0000-001-8593-8871>