

УДК 623:355.02

І. В. БОРОХВОСТОВ, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник,

М. О. БІЛОКУР, старший науковий співробітник
(Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил
України, м. Київ)

Визначення критеріїв та методів оцінювання шляхів забезпечення військових формувань озброєнням та військовою технікою

Визначений напрям досліджень щодо пошуку можливих шляхів забезпечення військових формувань озброєнням та військовою технікою та обґрунтовані основні альтернативні варіанти. Визначені головні етапи та фактори або критерії, що впливають на прийняття відповідних управлінських рішень у цій сфері, розроблено алгоритм їх когнітивного аналізу. Визначено доцільні методи експертного оцінювання альтернативних варіантів забезпечення озброєнням та військовою технікою на кожному етапі, а також роль автоматизації та штучного інтелекту в цьому процесі.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, життєвий цикл, когнітивний аналіз, експертне оцінювання, штучний інтелект.

Определено направление исследований по поиску возможных путей обеспечения воинских формирований вооружением и военной техникой и обоснованы основные альтернативные варианты. Определены главные этапы и факторы или критерии, которые влияют на принятие соответствующих управленческих решений в этой области, разработан алгоритм их когнитивного анализа. Определены основные методы экспертного оценивания альтернативных вариантов обеспечения вооружением и военной техникой на каждом этапе, а также роль автоматизации и искусственного интеллекта в этом процессе.

Ключевые слова: вооружение и военная техника, жизненный цикл, когнитивный анализ, экспертное оценивание, искусственный интеллект.

Будь-яка країна світу, підприємства оборонно-промислового комплексу (ОПК) якої не виробляють всю необхідну номенклатуру озброєння та військової техніки (ОВТ), змушена для підтримання боєздатності власних збройних сил (ЗС) приймати рішення щодо визначення шляхів постачання до військових формувань тих типів ОВТ, розроблення та виробництво яких на власних оборонних підприємствах раніше не проводилося. Україна теж відноситься до таких держав, адже на теперішній час вітчизняні підприємства ОПК спроможні виробляти за замкненим циклом менше 10% загальної номенклатури ОВТ для потреб військових формувань сектору безпеки і оборони (СБіО) держави [1–5].

Низький обсяг державного оборонного замовлення (ДОЗ) та висока конкуренція на міжнародному ринку озброєння призвели до низького рівня оборотних коштів підприємств ОПК. Як наслідок, їх технологічні лінії та виробничі потужності зазнали значного фізичного і морального зносу, а кількість кваліфікованих фахівців має стійку тенденцію до зменшення.

За таких умов проблема переозброєння військових формувань СБіО України набуває актуального значення в частині пошуку раціональних і економічно обґрунтованих шляхів їх оснащення сучасними зразками (комплексами, системами) ОВТ. Це завдання є складовим у комплексі наукових досліджень, що виконуються під час обґрунтування кількісно-якісного складу (КЯС) завдань і заходів середньострокових програм озброєння. Воно знаходиться в системі досліджень за критерієм “ефективність – вартість”, що відноситься до основної цільової спрямованості воєнно-економічного аналізу розвитку ОВТ.

У роботах [6, 7] була запропонована послідовність заходів або алгоритм дій, що доцільно здійснювати під час наукового обґрунтування та прийняття рішень щодо вибору шляхів забезпечення СБіО ОВТ на етапі формування середньострокових програм озброєння. Зазначений алгоритм побудований з урахуванням основоположного принципу щодо мінімізації витрат держави на їх придбання, експлуатацію (бойове застосування) та утилізацію ОВТ за умови досягнення необхідного рівня КЯС (“моделі”) системи озброєння військових формувань СБіО України.

Визначено, що цільовою функцією досліджень щодо пошуку можливих шляхів оснащення СБіО ОВТ має бути мінімізація різниці між його потрібним КЯС та динамікою зміни існуючого КЯС у середньостроковій перспективі. Причому об’єктивними обмеженнями щодо задоволення потреб в ОВТ є, насамперед, стан технологічного оснащення і виробничих потужностей підприємств ОПК, а також фінансові можливості України.

Іншим обмеженням приймається те, що система озброєння СБіО України являє у своїй основі структурну та функціональну систему, яка була сформована за часів Радянського Союзу та залежить від військової інфраструктури, наявності фахівців з обслуговування і бойового застосування ОВТ, системи їх підготовки, конструкторсько-технологічної і виробничої бази підприємств ОПК тощо. Процес зміни цієї системи за роки

незалежності України мав слабо виражений характер через інертність мислення відповідних посадових осіб держави та потребу у великих асигнуваннях в умовах нехтування проблемами ЗС слабкою економікою держави.

За таких вихідних даних цілком природно, що переоснащення військових формувань закордонними зразками ОВТ, які розроблені за стандартами ISO для ЗС країн – членів НАТО, потребує відповідної заміни суміжних за призначенням зразків на ОВТ закордонного виробництва, а найчастіше й переобладнання всієї військової інфраструктури або значної її частини, підготовки фахівців за кордоном тощо. Крім того, у процесі експлуатації, бойової підготовки та застосування за призначенням виникає залежність від іноземної системи технічного обслуговування і ремонту, закупівлі за кордоном запасних частин, комплектуючих, боєприпасів (ракет) тощо. Така докорінна зміна системи озброєння потребує великих фінансових, матеріальних, людських і часових витрат та з огляду на економічні спроможності України для переважної більшості типів ОВТ є недоцільною. Тому закупівля за кордоном того чи іншого зразка (комплексу, системи) ОВТ або їх складових (окремих комплектуючих виробів, вузлів і агрегатів) повинна розглядатися після проведення детального тактико-техніко-економічного обґрунтування такого шляху в разі неможливості або недоцільності виробництва на Україні.

Виходячи із зазначеного, під час дослідження шляхів забезпечення ЗС ОВТ необхідно, у першу чергу, виходити з потенційних можливостей ОПК України. Тому в роботах [6, 7] була обрана така пріоритетність вибору відповідного шляху при прийнятті управлінських рішень:

1. Розроблення та/або виробництво ОВТ, складових частин (вузлів, агрегатів) на підприємствах ОПК України.
2. Участь у коопераційних проектах зі створення ОВТ, складових частин (вузлів, агрегатів).
3. Ліцензійне виробництво ОВТ, складових частин (вузлів, агрегатів) на підприємствах ОПК України.
4. Розгортання виробництва ОВТ, складових частин (вузлів, агрегатів) на підприємствах ОПК України або побудова нових підприємств.
5. Закупівля ОВТ за кордоном, у тому числі за офсетом, лізинг ОВТ.

Але, якщо розглядати принципову відмінність між існуючими альтернативними шляхами, то їх кількість можна зменшити до трьох. Це буде або власне розроблення та виробництво, або розроблення та виробництво у міждержавній кооперації (з різним ступенем та формою участі сторін), або закупівля готових іноземних зразків ОВТ.

Обрати той чи інший варіант забезпечення військових формувань ОВТ можливо лише за допомогою експертних або комбінованих методів, оскільки зазначене завдання відноситься до багатофакторних з високим ступенем невизначеності [8–10]. У даному випадку можливе застосування будь-якого експертного методу, але, враховуючи складність та багатогранність системи,

що розглядається, більшої уваги заслуговують методи, що надають можливість отримати кількісні показники взаємної переваги існуючих альтернатив. До таких методів відносяться, у першу чергу, метод аналізу ієрархій (МАІ) [11] та методи теорії нечітких множин [12–15], що знайшли поширене використання в наукових дослідженнях системи підтримки прийняття управлінських рішень, у тому числі й в оборонній сфері. Вони дозволяють певною мірою формалізувати експертне оцінювання та отримати кількісні значення показників переваги кожного варіанта по відношенню до інших.

Застосування зазначених методів у будь-якій розрахунковій системі має свої відмінності в залежності від об'єктів, що досліджуються, їх структури, внутрішніх та зовнішніх функціональних зв'язків і факторів, що впливають на процеси їхнього функціонування. Головним в адаптації МАІ та методів теорії нечітких множин до виконання кожного конкретного завдання є обґрунтоване визначення переліку об'єктів, що підлягають дослідженню, та переліку критеріїв або факторів, за якими зазначені об'єкти мають бути порівняні експертами. Формулювання та спрямованість змістовного наповнення критеріїв (факторів) має відповідати загальній меті експертного оцінювання, що виступає першим рівнем ієрархії. У даному конкретному завданні загальною метою експертного оцінювання має виступати вибір шляху забезпечення військових формувань СБіО України для кожного типу ОВТ.

Як фактори або критерії оцінювання, від яких залежить наступний рівень, у [6, 7] обрані тактико-техніко-економічні показники та експлуатаційні умови, що притаманні існуючому та прогнозованому стану кожного типу ОВТ:

1. Нижча вартість науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (НДДКР) з розроблення (модернізації).
2. Нижча вартість одиничного зразка та його життєвого циклу.
3. Нижча вартість або повна відсутність необхідності побудови (удосконалення) підприємств (технологічних ліній), підготовки фахівців для створення (виробництва).
4. Нижча вартість або повна відсутність необхідності побудови (удосконалення) військової інфраструктури, спеціальної підготовки особового складу для експлуатації.
5. Досягнення більшого значення коефіцієнта технічної досконалості.

Однак зазначені критерії є занадто загальними, що збільшує вплив суб'єктивізму під час оцінювання. Зменшення суб'єктивізму та отримання найбільш адекватних експертних оцінок можливо шляхом створення когнітивної моделі опитування, яка має містити як критерії часткові оцінки певних елементів (факторів, показників, параметрів) системи (питання, завдання, проблеми), що досліджується. Когнітивний взаємозв'язок елементів системи дозволить експерту обирати прості рішення та поступово підводити логіку власних міркувань до вибору необхідної альтернативи. Враховуючи,

що на обрання шляхів оснащення військових формувань ОВТ впливають фактори, які можливо подати як у кількісному виді, так і в якісному, елементами системи відповідно можуть бути як кількісні, так і якісні показники. Причому кількісні показники можуть бути розраховані за окремими методами (наприклад, коефіцієнт технічного рівня зразка ОВТ можна розрахувати за кваліметричними методиками) та надані експертам як критерії оцінювання альтернатив нижнього рівня.

Якщо розглядати завдання вибору шляху забезпечення військових формувань ОВТ з погляду державної воєнно-технічної політики (ВТП), то можливо сформулювати такі основні принципи побудови когнітивної моделі експертного оцінювання:

збереження і розвиток власної оборонної промисловості;

мінімізація загальних витрат на створення і виготовлення даного типу ОВТ та впродовж усього етапу його експлуатації (у тому числі бойового застосування, навчання, зберігання, технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), утилізації тощо);

відповідність визначеному рівню (не нижче визначеного) технічного рівня зразка ОВТ за обраним альтернативним шляхом забезпечення.

З урахуванням зазначеного розроблено алгоритм послідовного врахування критеріїв (показників, параметрів), який має стати основою когнітивної моделі експертного оцінювання (рис. 1).

Як видно з рис. 1, основний обсяг критеріїв або факторів оцінювання передбачається в сфері аналізу існуючої військової інфраструктури та виявлення поточних і перспективних спроможностей вітчизняних підприємств ОПК, їх конструкторсько-технологічної та виробничої бази, оскільки зазначені аспекти є принциповими з погляду державної ВТП на довгострокову перспективу.

Враховуючи, що всі фактори або критерії оцінювання мають різне змістовне наповнення та сутність, цілком природно припустити різні підходи до їх оцінювання та порівняння між собою. Наприклад, деякі з них потребують виявлення відносних значень (коли в певному наборі факторів доцільно визначити ступінь його переваги над іншими), деякі можливо обчислити математичними або комбінованими методами з отриманням кількісних значень ваги кожного, а інші можливо оцінити лише в певному діапазоні значень тощо.

Тому на перших двох етапах (блок 1 та 2 на рис. 1) для отримання адекватних результатів експертних оцінок пропонується комбіноване використання методів обробки нечітких множин [14–16] та широко відомих методів прогнозування показників вартості етапів життєвого циклу зразків ОВТ і створення відповідної інфраструктури для забезпечення їх функціонування за призначенням [17, 18 та інші].

Для більшості факторів або критеріїв, що характеризують стан військової інфраструктури та підприємств ОПК України для кожного конкретного типу ОВТ, притаманний нечіткий характер можливої кількісної оцінки міри їх відповідності кращим показникам. Тому відшукування такої кількісної оцінки пропонується

здійснювати методами теорії нечіткої логіки, оскільки вони єдині дозволяють математично оперувати зі змістовним наповненням логічних умовиводів експертів під час оцінювання зазначених факторів або критеріїв [19]. До останніх, у даному випадку, можна віднести такі (див. рис. 1):

Для блока 1. Під час оцінки військової інфраструктури України щодо міри її відповідності вимогам до експлуатації (застосування за призначенням) кожного конкретного типу ОВТ:

1. Відповідність існуючої системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) для задоволення потреб даного типу ОВТ.

2. Відповідність існуючих складів, баз і арсеналів для задоволення потреб даного типу ОВТ.

3. Ступінь навченості інженерного особового складу ТО і Р, а також персоналу з експлуатації та бойового застосування даного типу ОВТ.

Для блока 2. Під час оцінки підприємств ОПК України щодо міри їх можливостей зі створення і виробництва нових та перспективних типів ОВТ з властивостями на необхідному рівні у визначений рік:

1. Рівень фундаментальних, пошукових та прикладних досліджень щодо:

наявності науково-технологічного набуtku у сфері, що має відношення чи можливе практичне застосування під час створення (виробництва) нових (модернізованих) зразків ОВТ даного типу або їх складових частин (вузлів, агрегатів, механізмів, окремих виробів тощо);

можливості та доцільності створення нових базових та критичних технологій з існуючим або перспективним станом наукового кадрового потенціалу, прогнозним рівнем фінансування тощо в галузі, яка відповідає типу зразка, що розглядається;

рівня конкурентоспроможності існуючих та перспективних базових та критичних технологій на зовнішньому ринку.

2. Рівень науково-технологічної бази створення та виробництва ОВТ даного типу.

3. Рівень виробничих та ремонтних потужностей підприємств ОПК для створення та виробництва ОВТ даного типу.

4. Існуючий рівень кадрового потенціалу підприємств для створення та виробництва ОВТ даного типу.

Отримані результати оцінки ступенів відповідності військової інфраструктури та підприємств ОПК вимогам щодо створення ОВТ (або їх складових виробів) на необхідному рівні якісних властивостей необхідно порівняти з вартісними оцінками на виконання заходів для досягнення такого рівня. Тому в цих двох блоках під час оцінки вартісної складової пропонується застосування математичних методів прогнозування. Враховуючи змістовний характер об'єктів прогнозування вартості та в залежності від способів обчислення невідомих значень прогнозованої величини пропонується використовувати методи статистичної екстраполяції наявної інформації та аналітичні методи математичного моделювання процесів [17].

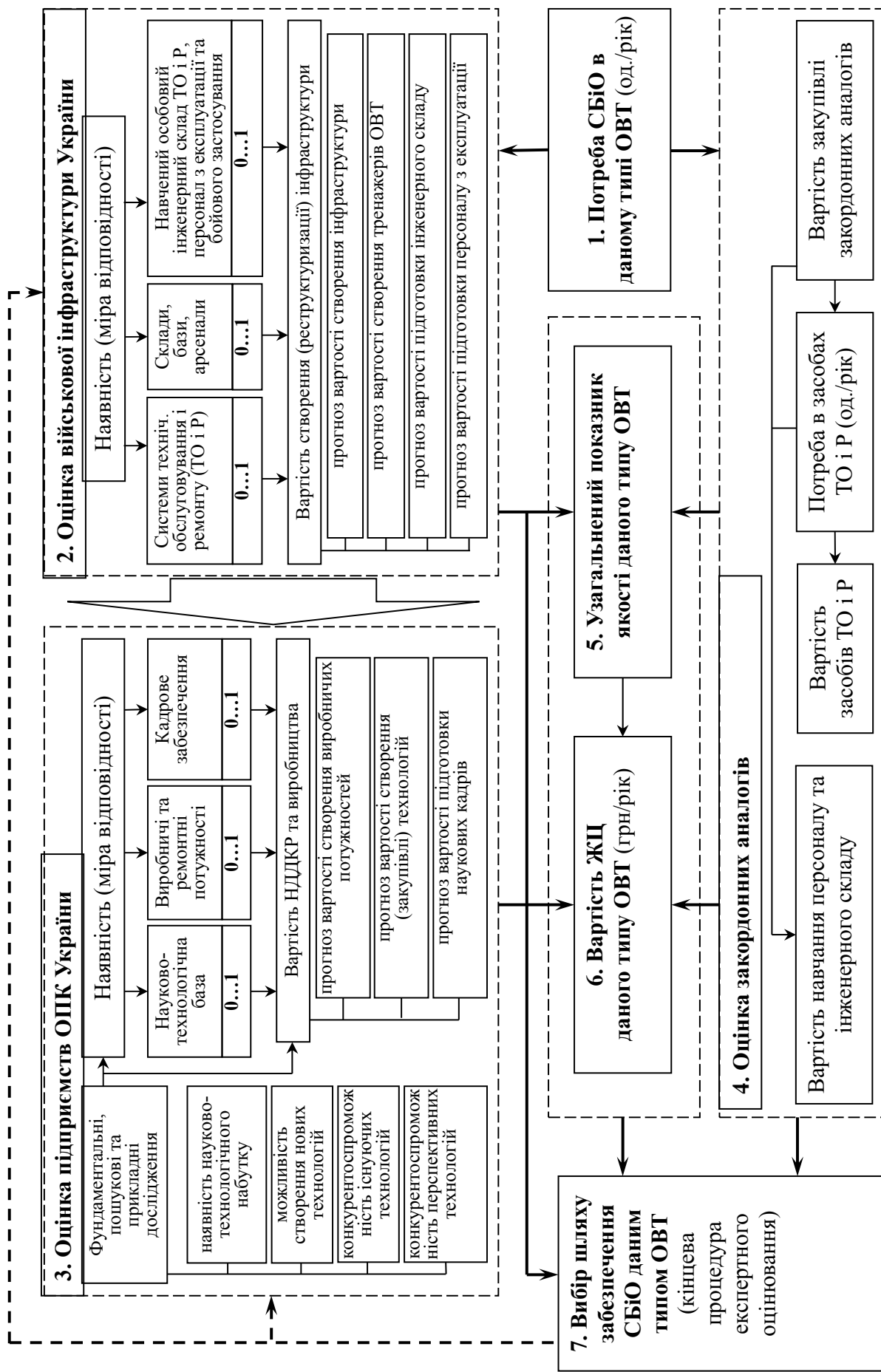


Рис. 1. Алгоритм когнітивного аналізу факторів (критеріїв) експертного оцінювання, що впливають на обрання раціонального шляху забезпечення СБіО конкретним типом ОВТ

У блоці 3 алгоритму визначається потреба СБіО України в КЯС даного типу ОВТ (або в його складовому виробі) та з урахуванням результатів оцінювання в блоках 1 та 2 приймається рішення щодо доцільності розгляду як альтернативи виробів закордонного виробництва. У більшості випадків, через незадовільний стан ОПК України, є доцільним розглядати та оцінювати ТТЕП закордонних альтернатив (див. блок 4 на рис. 1).

На наступному етапі проводиться порівняльний аналіз показників, що були визначені за критеріями оцінки для вітчизняних підприємств та закордонних аналогів для кожного типу ОВТ або його складової частини (блок 5, 6 на рис. 1).

Розроблений перелік критеріїв або факторів вибору можливого шляху оснащення військових формувань кожним типом ОВТ дозволяє використовувати його як основу для подальшого аналізу та алгоритмізації під час наукового обґрунтування відповідних управлінських рішень. Остаточний вибір альтернативного варіанта можливого шляху забезпечення військових формувань (блок 7 на рис. 1) передбачається здійснювати шляхом попарного порівняння за МАІ з використанням результатів попереднього оцінювання та врахуванням відповідних отриманих кількісних показників.

У випадку виявлення на цьому етапі протиріч будь-якого характеру (перш за все отримання явно нелогічного та недоцільного результату) можна говорити про неповне врахування впливових факторів на початкових етапах аналізу та оцінювання. У такому разі необхідно провести додаткові дослідження та виявити невраховані раніше критерії або фактори під час оцінювання за блоками 1–6.

Отже, застосування запропонованого алгоритму на даний час має значні проблеми через, у першу чергу, експоненціальний ріст обсягів інформації, відповідне зростання її невизначеності, кількості зв'язків між елементами, а також слабкої структурованості. Тому, з урахуванням психофізіологічних та інших обмежень можливостей людини (особи, що приймає рішення), а також низької автоматизації при прийнятті рішень (в алгоритмізованих, формалізованих ситуаціях) виникає потреба у використанні інтелектуальних систем планування та управління повсякденною та бойовою діяльністю в режимі реального часу в динамічному середовищі з можливістю перетворення неструктурованих масивів даних у знання, що були б готові до безпосереднього застосування [20].

Останнім часом, із зростанням обчислювальних потужностей комп'ютерних систем, бурхливого розвитку отримали системи “штучного інтелекту”, що робить перспективним їх застосування в процесах обґрунтування та прийняття рішень, у тому числі під час оборонного планування. Розвиток штучного інтелекту виділився з таких традиційних галузей “обґрунтування раціональної діяльності”, як системний аналіз (дисципліна, що займається проблемами прийняття рішень в умовах, коли вибір альтернатив вимагає аналізу складної інформації різної фізичної природи, М. М. Моїсєєв), дослідження операцій (методика кількісного обґрунтування

рішень, Є. С. Вентцель), теорія прийняття рішень (вибір однієї з декількох альтернатив, судження множин альтернатив рішень, О. І. Ларичев), і, перш за все, автоматизації [20]. Основною відмінною ознакою цих галузей є можливість виконувати будь-які функції при мінімальній участі (в ідеалі – без участі) людини.

З урахуванням цього штучний інтелект можна визначити як здатність інформаційних (не обов'язково комп'ютерних, у майбутньому й біоінформаційних) систем самостійно приймати раціональні рішення в необмеженій кількості різноманітних ситуацій [20]. Основними методами, що зараз включаються в теорію штучного інтелекту та активно використовуються, є нейронні мережі, формальна семантика, мультиагентне моделювання, нечітка логіка, м'які обчислення, можливо-ймовірнісна оптимізація та деякі інші [21].

Останніми роками широко застосовуються гібридні моделі, що поєднують два та більше методів штучного інтелекту. Так, особливу популярність отримали гібриди на базі теорії нечітких множин та нейромереж, а також аналітичні системи нового покоління “Next-generation Analytic”, що об'єднують мультимовні технології формалізації знань, технології ієрархічної еволюції та мультиагентні системи тощо [20].

Тому найбільш доцільною практичною реалізацією запропонованого в статті алгоритму вибору можливих шляхів забезпечення СБіО України ОВТ є втілення та адаптування зазначених методів та моделей штучного інтелекту під час обробки нечіткої різнопланової інформації за визначеними критеріями або факторами. Це дозволить суттєво підвищити наукову обґрунтованість управлінських рішень, зробити їх максимально формалізованими, мінімально залежними від впливу суб'єктивізму експертів і осіб, що приймають рішення, та знизити вплив факторів невизначеності.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Чепков И. Б., Луханин М. И., Сиренко В. Е. О необходимости реформирования отечественной оборонной промышленности (системный подход) // Технологические системы. 2015. № 1 (70). С. 7–42.
2. Луханин М. И., Сиренко В. Е., Чернега М. А. Методологические основы та науково-методичні підходи до реструктуризації оборонних підприємств // Технологические системы. 2015. № 2 (71). С. 13–32.
3. Луханин М. И., Гульятев А. А., Сиренко В. Е. Реформирование оборонно-промышленного комплекса. Начало // Технологические системы. 2015. № 3 (72). С. 7–44.
4. Зубарев В. В., Ленков С. В., Селюков О. В., Скурський П. П. Шляхи вибору стратегічних напрямів модернізації та реформування оборонної промисловості України // Наука і оборона. 2008. № 1. С. 33–38.
5. Нікітін А. М., Скурський П. П. Підходи до побудови сучасної моделі оборонно-промислового комплексу України // Наука і оборона. 2010. № 1. С. 43–48.

6. Борохвостов І. В. Обґрунтування шляхів забезпечення збройних сил озброєнням та військовою технікою з урахуванням можливостей оборонно-промислового комплексу України. Ч. 1 // Озброєння та військова техніка. 2016. № 1. С. 9–15.
7. Борохвостов І. В. Обґрунтування шляхів забезпечення збройних сил озброєнням та військовою технікою з урахуванням можливостей оборонно-промислового комплексу України. Ч. 2 // Озброєння та військова техніка. 2016. № 2. С. 10–14.
8. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Экспертные оценки. М. : Наука, 1973. 161 с.
9. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М. : Радио и связь. 1991. 224 с.
10. Янкевич В. Ф., Коцюбинская Г. Ф. Метод анализа иерархий: модификация системы экспертных оценок и их математической обработки // УС и М. 1996. № 1/2. С. 85–91.
11. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М. : Радио и связь. 1993. 223 с.
12. Заде Л. А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений // Математика сегодня / сост. В. П. Шилейко. М. : Знание. 1974. С. 5–48.
13. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений : пер. с англ. М. : Мир, 1976. 165 с.
14. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1983. 432 с.
15. Чернов В. Г. Основы теории нечетких множеств. Решение задач многокритериального выбора альтернатив : учеб. пособие. Владимир : Изд-во Владимир. гос. ун-та., 2005. 100 с.
16. Яхьяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учеб. пособие. М. : Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 316 с.
17. Демидов Б. А. Теория и методы военно-научных исследований вооружения и военной техники. К. : ВИРТА, 1990. 558 с.
18. Жуков Г. П., Викулов С. Ф. Военно-экономический анализ и исследование операций. М. : Воениздат, 1987. 440 с.
19. Прикладные нечеткие системы : пер. с япон. / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иван [и др.]; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. М. : Мир, 1993. 368 с.
20. Буренок В. М., Дурнев Р. А., Крюков К. Ю. Разумное вооружение: будущее искусственного интеллекта в военном деле // Вооружение и экономика. 2018. № 1 (43). С. 4–13.
21. Искусственный интеллект: карта российского рынка : интернет-сайт. URL: <https://rb.ru/ai>.

Стаття надійшла до редколегії 27.04.2018

Рецензент М. І. Луханін, д-р техн. наук, проф.
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України)