

УДК 621.311.25:519.816

О.П. Буданов

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

## ЕТАПИ МОДЕЛЮВАННЯ ПО ПРИЙНЯТТЮ РІШЕНЬ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ НА ВІЙСЬКОВИХ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

*У статті на основі аналізу відомих моделей і критерію прийняття рішень в умовах невизначеності розглянуті етапи моделювання по прийняттю рішень військовими фахівцями в надзвичайних ситуаціях на військових потенційно небезпечних об'єктах і на цій основі розроблена схема процесу формування рішень військовими фахівцями в умовах надзвичайних ситуацій, а також запропоновано варіант структурно-функціональної схеми й алгоритму модуля моделі тренажерів по прийняттю рішень військовими фахівцями в надзвичайних ситуаціях на військових потенційно небезпечних об'єктах, які дозволяють прийняти правильні рішення в режимі реального часу.*

**Ключові слова:** військові потенційно небезпечні об'єкти, модель прийняття рішень, надзвичайна ситуація, модель тренажера.

### Вступ

**Постановка проблеми та аналіз публікацій.** Керування на військових потенційно небезпечних об'єктах (ВПНО), таких як різні командні пункти керування, вузли зв'язку, що передають, радіоцентри здійснюється висококваліфікованими військовими фахівцями за допомогою автоматизованих систем управління й систем підтримки прийняття рішень (АСУ СППР).

Аналіз науково-технічної й спеціальної літератури [1–4] показав, що на ВПНО більша частина надзвичайних ситуацій (до 60...80% загального числа) пов'язана з помилками військових фахівців, а особливо з їх спеціальною технічною підготовкою й послідовністю дій по прийняттю рішень (ПР) у надзвичайних ситуаціях.

Найчастіше робота військових фахівців протікає в умовах твердого дефіциту часу й при високих психофізіологічних навантаженнях. У різних надзвичайних ситуаціях (НС), які згодом можуть перерости в аварію або катастрофу й вивести озброєння й техніку зі стану бойової готовності на ВПНО, роль АСУ ТП зводиться тільки до оперативної діагностики й підтримки оператора для прийняття їм правильного рішення в умовах невизначеності розвитку ситуації й для виведення ВПНО в безпечний режим функціонування.

У цей час на таких режимах роботи існує протиріччя між стрімко мінливою потребою оператора в інформації про параметри, що характеризують поточний стан на ВПНО, й детермінованістю алгоритмів обробки й представлення інформації. Як правило, система відображення інформації надає операторові деякий інформаційний потік даних, не пов'язаний з певними НС, які на ВПНО характеризуються швидкоплинністю [1–4].

При розвитку НС інтенсивність потоку повідомлень, що вимагають негайного ПР, різко зростає, а час, необхідний людині-операторові для ПР, різко зменшується. Це веде до переростання ситуації до невизначеної критичної випадкової системи керування, яка не дозволяє прийняти оптимальне рішення, а, отже, приводить до помилки військових фахівців і виводу озброєння й техніки зі стану бойової готовності на ВПНО [2–4].

Таким чином, завдання підготовки військових фахівців з їхніх дій по прийняттю рішень в НС на ВПНО є актуальним.

Таким чином, завдання підготовки військових фахівців ВПНО є відпрацювання прийняття рішень на різних режимних автоматизованих засобах навчання – тренажерах.

Одним з напрямків підготовки військових фахівців ВПНО є відпрацювання прийняття рішень на різних режимних автоматизованих засобах навчання – тренажерах.

Однією з характерних рис функціональної моделі прийняття рішень (МПР) для побудови моделі-тренажу є відсутність або наявність в області (інформаційному середовищі) прийняття рішень параметрів випадкових величин. При наявності таких величин, виникаючих при критичних позаштатних нестандартних ситуаціях у режимі реального часу, за допомогою пропонованої МПР необхідно вміти їх угадувати, а при відсутності випадкових величин, МПР здатні їх визначати в просторі й часі [1].

Існуючі на сьогодні теорії (моделі) обліку випадкових величин (їх присутність або відсутність) не дозволяють забезпечити такий розподіл інформації в системі (модель – тренаж), яка дозволяла б мінімізувати часові характеристики при одержанні необхідних вхідних даних про параметри на ВПНО для військових фахівців і визначити достатній обсяг

для ПР у режимі реального часу. Слід відзначити, що сама інформація може генеруватися безсистемно й від різних джерел.

Для розв'язку цієї проблеми в роботі автором пропонується новий підхід до розробки моделі ПР військовими фахівцями ВПНО в НС, при розгляді інформаційного простору кількісних і якісних характеристик параметрів про стан ВПНО.

Тому, **метою статті** є розгляд етапів прийняття рішень з метою розробки структурно-функціональної схеми й алгоритму дій військових фахівців із прийняття рішень при надзвичайних ситуаціях на військових потенційно небезпечних об'єктах.

## Основний матеріал

У теорії прийняття рішень виділяють кілька підходів, які описуються різними видами моделей прийняття рішень: нормативна (класична), дескриптивна (описова), Карнегі, інкрементального процесу ПР та ін.

Досвід створення й впровадження сучасних автоматичних і автоматизованих систем керування переконливо показав, що досягнення високої ефективності цих систем можливо тільки на основі раціонально обраного й правильно закладеного математичного фундаменту, що адекватно відображає процес керування й способу розв'язку завдань. Загальновідомо, що для розв'язку того або іншого завдання керування за допомогою засобів автоматизації воно, насамперед, повинно бути описане з достатньою точністю математичними залежностями, тобто формалізоване.

До теперішнього часу розроблені математичні методи розв'язку ряду класів завдань керування, які обумовлюють можливість не суб'єктивного, а наукового підходу до їхньої формалізації.

При моделюванні об'єкта керування розробляється його математична модель, що відбиває сукупність математичних залежностей і ті особливості й властивості об'єкта, які істотні для досліджуваного процесу керування.

Одному об'єкту може відповідати не одна, а ціла сукупність моделей прийняття рішень (МПР), що відбивають різноманітні сторони його функціонування. Звичайно вважають, що кожна із цих моделей виділяється з деякої єдиної й всеосяжної МПР об'єкта й що всі часткові моделі тією чи іншою мірою зв'язані одні з одною.

Основне завдання при складанні моделі полягає у виділенні найбільш важливих факторів у реальній системі, які підлягають вивченню в даному конкретному дослідженні.

Ці фактори повинні бути відображені в моделі з найбільшою повнотою й деталізацією, а також збігатися з реальними характеристиками з точністю, певними вимогами проведеного дослідження.

При моделюванні принципово неможливо одержати повний збіг усіх характеристик і особливостей моделі й об'єкта. Однак за допомогою моделей ці характеристики можна одержати значно простіше, швидше й дешевше, чим на реальній системі або об'єкті керування.

Моделі значно полегшують розуміння системи, дозволяють її розчленовувати на окремі частини, аналізувати й синтезувати зовсім різні системи одними методами, прогнозувати поведінку систем у реальних умовах.

Перевагою моделі є також можливість порівняно простими засобами змінювати її параметри або вводити зовнішні впливи з метою вивчення реакції системи, що в реальних умовах дуже важко й дорого, а іноді й просто неможливо (наприклад, при вивченні поведінки системи у НС).

Головним завданням моделювання систем керування процесами ПР на ВПНО є забезпечення найбільшої близькості одержуваних моделей до їхніх реальних прототипів.

Однією з основних перешкод є той факт, що реальні системи звичайно піддані дії збурювань, що представляють собою недетерміновані функції часу (випадкові процеси). Таким чином, одним з немолодих завдань у моделюванні систем керування є моделювання випадкових процесів збурювань.

Принцип роботи існуючих алгоритмів моделювання таких процесів полягає у формуванні на виході алгоритму дискретної послідовності, тим або іншим способом залежної від заданої вхідної дискретної послідовності, розподіленої згідно тому або іншому закону.

Розгляд найбільш відомих моделей, таких як нормативна (класична) модель, дозволяє особі, що приймає рішення (ОПР), виявити найбільш ефективні шляхи досягнення поставленої мети; дескриптивні (описові) моделі, що ґрунтуються на емпіричних спостереженнях; модель Карнегі, що використовуються, як правило, для прийняття непрограмувальних рішень в умовах непевності, обмеженості інформації й відсутності єдиної думки про те, яку мету переслідувати або яку лінію поведінки вибрати; модель інкрементального процесу ПР для прийняття незапрограмованих рішень, показує, що вони не дозволяють представляти достатньо необхідну кількість інформації для ПР у режимі реального часу.

При розробці моделі ПР використовуються різні класичні критерії ПР в умовах невизначеності: максимінний критерій (критерій Вальда); нейтральний критерій; критерій Байеса-Лапласа.

Ґрунтуючись на вищезгаданих моделях і критеріях ПР в умовах невизначеності, автором запропоновано розглянути етапи підготовки й прийняття рішення військовими фахівцями на основі наступної загальної структурної схеми (рис. 1):

Етап 1. Обробка обсягу оперативної інформації (ОІ), що поступила із ВПНО.

Етап 2. Прогноз і оцінка ситуації на ВПНО.

Етап 3. Формування оптимальних варіантів рішень (ВР) на основі ОІ.

Етап 4. Вибір основного варіанта ПР.

Етап 5. Прийняття рішення.

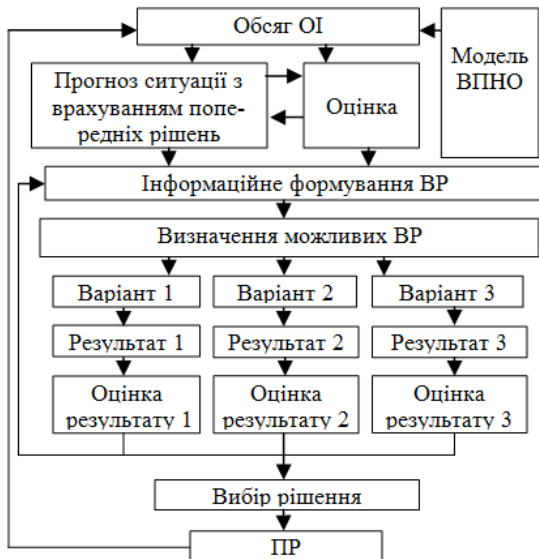


Рис. 1. Схема етапів процесу підготовки й прийняття рішень на ВПНО

Для ефективного управління ВПНО необхідно знати його МПР для наступної розробки алгоритму керування. Оскільки реальний стан ВПНО може змінюватися, то виникає необхідність регулярно будувати нову МПР підготовки (тренажу) військових фахівців.

Виходячи із цього, необхідно знайти таку процедуру побудови МПР, яка, з однієї сторони досить проста в реалізації, з іншої сторони дозволяла б будувати досить точну й адекватну модель (алгоритм) керування ВПНО.

Модель підготовки (тренажу) військових фахівців ВПНО вимагає досить високої точності й складності, яка полягає в наступному: забезпечення військовим фахівцям адекватної інформаційної моделі прототипу об'єкта керування (ОК); забезпечення можливості аналізу інформації й ПР; формування й удосконалювання в ОПР професійних навичок і вмінь при заздалегідь заданих відхиленнях (зсувах) моделі відносно моделюемого прототипу об'єкта – оригіналу, тобто похибки моделювання, що забезпечують необхідну ефективність навчання військових фахівців.

Для обговорення й обґрунтування основних підходів до розробки проблем МПР доцільно попередньо розглянути умовну схему, що визначає послідовність проведення окремих етапів загального алгоритму (рис. 2).

Вихідною позицією цієї схеми служить ВПНО, під яким будемо розуміти процес або явище (зокрема конкретна ситуація: несправність, аварія), яка повинна бути реалізована в технічному пристрої (тренажері) де на основі моделі (алгоритму) приймається рішення на керування ВПНО.

Розглянемо етапи моделювання алгоритму прийняття рішення в тренажері при проведенні тренажу військових фахівців.

На першому етапі здійснюють перехід від розглянутих реальних існуючих ВПНО до їхніх розрахункових схем (РС) або концептуальним моделям. При цьому обираються ті властивості за ВПНО, що задовольняють особливостям їх умов роботи ВПНО і які разом з їх параметрами, що характеризують, відображаються в РС і навпаки, аргументують допущення й спрощення, що дозволяють не враховувати в РС ті якості ВПНО, вплив яких припускають у розглянутому випадку несуттєвим. При розробці нових ВПНО, повнота й правильність обліку в РС властивостей ВПНО, істотних з погляду поставленої мети дослідження, є основною передумовою одержання надалі достовірних результатів МПР.

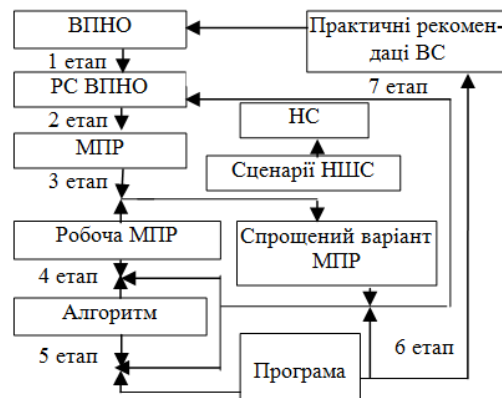


Рис. 2. Етапи моделювання алгоритму прийняття рішення

Другий етап полягає у формальному математичному описі РС у вигляді математичних співвідношень, що встановлюють зв'язок між обраними параметрами ВПНО, що характеризують РС ВПНО, тобто складанні МПР.

На третьому етапі проводиться якісний та кількісний аналіз побудованої МПР, виявляються протиріччя, які уточнюються й переглядаються в РС ВПНО. Кількісна оцінка може давати підстави спростити модель, виключити до розгляду деякі технологічні параметри, співвідношення або їх окремі складові, незважаючи на те, що вплив описуваних ними факторів врахований в РС ВПНО. У більшості випадків, приймаючи додаткові стосовно РС ВПНО допущення, корисно побудувати такий спрощений варіант МПР, який дозволяв би одержати або залучити відомий точний розв'язок. Цей розв'язок потім можна викори-

стовувати для порівняння при тестуванні результатів на наступних етапах. Обґрунтований вибір робочої МПР ВПНО залежить від розуміння зв'язку окремих складових МПР із властивостями ВПНО.

**Четвертий етап** полягає в обґрунтованому виборі методу кількісного аналізу МПР, у розробці ефективного алгоритму керування ВПНО й обчислювального експерименту.

**П'ятий етап** полягає в розробці й створенні працездатної програми, що реалізує алгоритм керування ВПНО засобами АСУ.

На **шостому етапі** в результаті роботи програми отримані результати обчислень зіставляють із даними кількісного аналізу спрощеного варіанта МПР розглянутого ВПНО. Тестування дозволяє виявити зміни як у програмі, так і в алгоритмі, що потребує доробки програми або ж модифікації алгоритму й програми, а також коректування РС ВПНО й відповідну їй МПР.

На **сьомому етапі** за допомогою ланцюга керування «модель – алгоритм – програма» для виробітку й ПР на основі одержуваної кількісної інформації даються практичні рекомендації військовим фахівцям на виробіток керуючих рішень, спрямованих на керування ВПНО у НС на ВПНО, і в такий спосіб завершального етапу моделювання.

Запропоновані автором етапи моделювання алгоритму прийняття рішення військовими фахівцями у НС можуть використовуватися в тренажах по імітації військової техніки різного призначення.

На основі вищевикладеного підходу до моделювання алгоритму прийняття рішення автором запропонована структурно-функціональна схема дій військових фахівців з прийняття рішення у НС (рис. 3).

Як видно зі схеми, військові фахівці повинні оцінювати ситуацію й формувати ВР по керуванню ВПНО не тільки залежно від наявності тих або інших сигналів, але й у зв'язку з моментом часу їх реалізації, й тому можна стверджувати, що будь-який сигнал інформаційного потоку використовується як завдання контролю й керування в співвідношенні з моментом часу його реалізації.

Розглянемо шляхи одержання військовими фахівцями інформації про зміни параметрів у режимі реального часу на ВПНО. Дані за ВПНО у вигляді обсягу інформації надходять із адекватної моделі об'єкта керування (АМОК) для аналізу ситуацій і вибору штатного (ШРФ) або позаштатного режиму функціонування (НШРФ) ВПНО (повна або часткова автономність озброєння й військової техніки).

Імітація ШРФ режиму функціонування ВПНО проводиться на основі алгоритму моделі тренажу (МТ), яка відповідає алгоритму протікання процесу на ВПНО, а несправності, аварії й катастрофи вводяться з пульта інструктора за допомогою модулів сценаріїв.

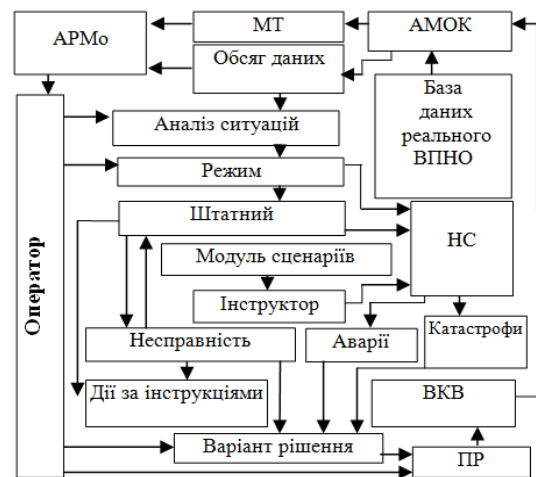


Рис. 3. Структурно-функціональна схема дій ОПР у ШС та НШС

Дії військових фахівців із ПР у штатному режимі при виникненні несправностей і аварій на ВПНО здійснюються, як правило, по інструкціях шляхом виробітку керуючого впливу (ВКВ) на ВПНО. У випадку позаштатного режиму, який імітується одним зі сценаріїв аварій і катастроф (модуль сценарію), пропонується наступний алгоритм модуля МТ по ПР (рис. 4).

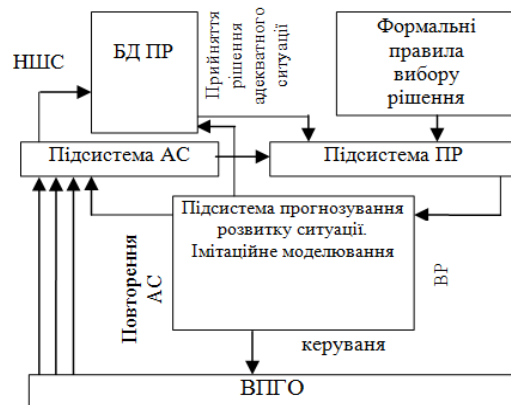


Рис. 4. Алгоритм модуля моделі тренажу по прийняттю рішень

На **першому етапі** ситуаційного керування імітаційні моделі використовуються для опису й аналізу НШС, яка вводиться з пульта інструктора. Мета логічної обробки цих описів – визначення НШС із ознаками аварійності.

На **другому етапі** алгоритму для поточної ситуації за допомогою бази даних (БД) для ПР формується множник інформаційно-знакових моделей, поведінка яких раніше мала місце в частково адекватних модельних ситуаціях.

На **третьому етапі** алгоритму на основі формальних правил приймаються можливі рішення, які порівнюються з рядом рішень, отриманих із БД моделі об'єкта й виробляється обмежене число най-

більш адекватних рішень, що відповідають ознакам НШС на об'єкті.

На четвертому етапі алгоритму відбувається прогнозування розвитку процесу до кожного з відповідних рішень. Оцінюються наслідки рішень військовими фахівцями й виробляються їхні інтегральні характеристики. У випадку неправильно обраного рішення, тобто неадекватного варіанта можливих рішень, підсистема прогнозування розвитку ситуації виробляє сигнал на повторення аналізу ситуацій (АС) і цикл повторюється.

Однією з характерних рис функціональної МПР для побудови моделі-тренажу є відсутність або наявність в області (інформаційному середовищу) прийняття рішення параметрів випадкових величин.

### ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу відомих моделей і критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності розроблена схема етапів процесу формування рішень військовими фахівцями для військових потенційно небезпечних об'єктів при проведенні надзвичайних ситуацій.

2. Запропоновано варіант структурно-функціональної схеми й алгоритму модуля моделі тренажерів по прийняттю рішень військовими фахівцями в надзвичайних ситуаціях на військових потенційно небезпечних об'єктах.

### Список літератури

1. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике / В.С. Зарубин. – М.: Изд-во МГТУ, 2001. – 496 с.
2. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. Динамическая теория информации. Серия «Синергетика от прошлого к будущему» / Д.С. Чернавский. – М.: УРСС, 2004. – 288 с.
3. Янюшкин В.В. Распределенное информационное пространство и портал современного тренажера / В.В. Янюшкин // Программные продукты и системы. – 2009. – № 3. – С. 67-71.

Надійшла до редколегії 10.10.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Г.І. Канюк, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків.

## ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПО ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ВОЕННЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

А.П. Буданов

*В статье на основе анализа известных моделей и критерия принятия решения в условиях неопределенности рассмотрены этапы моделирования по принятию решений военными специалистами в чрезвычайных ситуациях на военных потенциально опасных объектах, и на этой основе разработана схема процесса формирования решения военными специалистами в условиях чрезвычайных ситуаций, а также предложен вариант структурно-функциональной схемы и алгоритма модуля модели тренажеров по принятию решений военными специалистами в чрезвычайных ситуациях на военных потенциально опасных объектах, которые позволяют принять правильное решение в режиме реального времени.*

**Ключевые слова:** военные потенциально опасные объекты, модель принятия решений, чрезвычайная ситуация, модель тренажера.

## MODELING STAGE OF DECISION-MAKING IN EMERGENCY SITUATIONS AT MILITARY POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS

A.P. Budanov

*On the basis of analysis of known models and criteria of decision-making under conditions of uncertainty, we consider the simulation steps for the adoption of military experts making emergency military potentially dangerous objects, and on this basis, developed a scheme of the process of formation of military experts decisions in emergency situations, as well as the proposed variant of the structural - functional circuit simulators and models module algorithm for decision-making by military experts in emergency military potentially dangerous objects that allow you to make the right decision in real-time.*

**Keywords:** Military potentially dangerous objects, the model of decision-making, emergency, model simulator.