УДК 621.865.8

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ У СФЕРІ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

Янушкевич Д.А., Іванов Л.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Унаслідок російського вторгнення Україна стала однією з найзамінованіших країн у світі. За оцінками Організації Об'єднаних Націй, було встановлено, наприклад, що за роки війни, близько 30 % території України забруднено вибухонебезпечними предметами (міни, снаряди, авіабомби тощо), що не розірвалися. На розмінування територій, забруднених вибухонебезпечними предметами (ВНП) піде до 100 років. Уряд України ставить за мету, щоб за десять років 80 % цих територій були обстежені на наявність ВНП та були безпечними безпечними для життєдіяльності мирного населення та військових і необхідна базуватись на креативності підходу до системи гуманітарного розмінування із застосуванням робототехнічних комплексів (РТК).

Одним з надважливих аспектів використання робототехнічних комплексів є спосіб здійснення управління. Це підтверджується наочними класифікаціями РТК [1].

– за поколіннями:

1) роботи 1-го покоління – пристрої з програмним та дистанційним управлінням, які здатні функціонувати тільки в організованому середовищі;

2) роботи 2-го покоління – адаптивні, що мають синтетичні органи «чуття» і здатні функціонувати в заздалегідь невідомих умовах, та пристосовуватися до зміни ситуацій;

3) роботи 3-го покоління – інтелектуальні, мають систему управління з елементами штучного інтелекту;

– за ступенем залежності від оператора:

1) «людина в системі управління» (human-in-the-loop) – до цієї категорії віднесені безпілотні машини, що здатні самостійно виявляти цілі та здійснювати їх селекцію, проте рішення про їх знищення приймає тільки людина-оператор;

2) «людина над системою управління» (human-on-the-loop) – до цієї категорії належать системи, здатні самостійно виявляти та вибирати цілі, а також приймати рішення на їх знищення, але людина-оператор, що виконує роль спостерігача, у будь-який момент може втрутитися та скоригувати чи заблокувати це рішення;

3) «людина поза системою управління» (human-out-of-the-loop) – до цієї категорії віднесені роботи здатні виявляти, вибирати та знищувати цілі самостійно без людського втручання.

В основі наведених класифікацій є відміни у системі управління РКВП, тобто рівень її «інтелектуальності», що робить розробку таких систем дуже важливою темою з наукової точки зору.

Роботи по створенню робототехнічних засобів та систем, включаючи робототехнічні засоби військового (подвійного) та спеціального призначення широко ведуться в усьому світі [3].

Так, експертами з розробки та виробництва мобільних робототехнічних комплексів дається визначення «інтелектуального робота», як такого, що має так звану модель зовнішнього світу чи внутрішнього середовища, яка дозволяє роботу діяти у невизначеному інформаційному середовищі [2].

Таким чином, інтелектуальний РТК – це робот, що включає інтелектуальну систему управління (ІСУ).

ІСУ означає комп'ютерну систему для вирішення завдань, які людина не може вирішити в режимі реального часу, або їхнє рішення вимагає автоматизованої підтримки або дає результати, які можна порівняти з рішеннями людини. При цьому, серед іншого, мається на увазі, що для розв'язуваних завдань ІСУ не передбачає повноти знань, а сама ІСУ повинна

мати можливість упорядковувати дані та експертизу з виділенням суттєвих параметрів, пристосовуватися до змін набору фактів і знань, тощо.

Отже, незважаючи на безліч запропонованих критеріїв інтелекту, найсуворішою вимогою залишається те, що роль людини при взаємодії з ІСУ повинна зводитися лише до постановки завдання. Інтелектуальні системи є необхідним компонентом для вирішення завдань створення моделі світу, системи планування дій та керування цілями. База знань в інтелектуальних системах є однією з основних частин моделі світу та її трансформаційних функцій.

Використання вербальних методів для побудови систем прийняття рішень (СПР), є основою ІСУ [2]. На основі вербальної інформації, одержуваної від експертів в термінах їх предметної області, та методу, що належить до вербального аналізу рішень, будується так зване «вирішальне правило». Вирішальне правило у вигляді таблиці містить вербальний (критеріальний) опис всіх можливих ситуацій, що можуть виникнути, які розподілені по класах. Клас – це рішення, яке приймається у ситуації, що склалась. Вирішальне правило будується на основі логічних, якісних перетворень вербальних змінних за дотриманням психологічної та математичної коректності цих перетворень.

Все це дає підстави стверджувати, що:

– зараз найбільш поширені РТК першого покоління (керовані пристрої);

– швидко удосконалюються системи другого покоління (напівавтономні пристрої);

– для переходу до використання РТК третього покоління (автономних пристроїв) необхідно розробити ІСУ на базі технологій штучного інтелекту;

– математичні, кількісні методи є найбільш поширеними щодо побудови ІСУ.

Але можливості застосування для побудови СПР кількісних методів часто обмежені. У таких методах робиться неявне припущення, що людина

одноразово вимірює деякий кількісний параметр. Отримане значення є єдиним, що відображає перевагу особи, що приймає рішення (ОПР) [2].

Стосовно систем можна виділити три загальні категорії: конкретні системи, символічні та концептуальні системи (рис. 1).

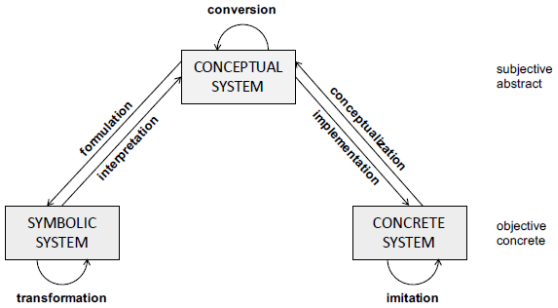

Рисунок 1 – Модельний трикутник концептуальних систем управління

Концептуальна модель ІСУ робототехнічними комплексами гуманітарного розмінування на основі вербальних методів наведена на рис. 2.

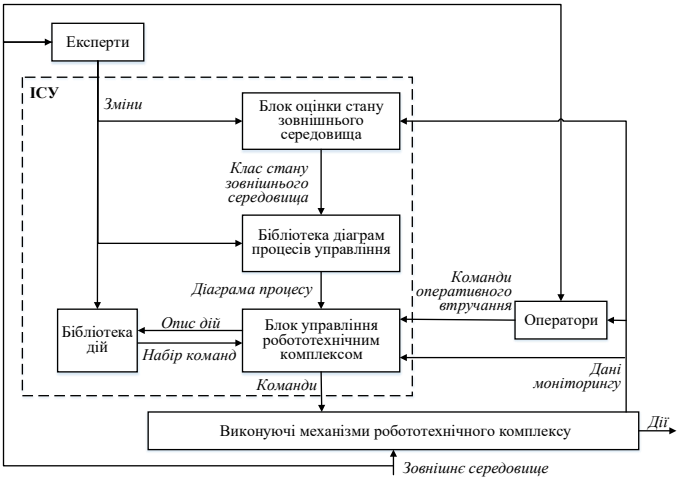

Рисунок 2 – Модель ІСУ РТК гуманітарного розмінування на основі вербальних методів

Модель ІСУ РТК на основі вербальних методів включає такі елементи:

– блок оцінки стану зовнішнього середовища – рівень прийняття рішень. Визначає до якого класу відноситься набір даних моніторингу зовнішнього середовища, що поступив на вхід. Побудований з урахуванням вирішального правила, розробленого з допомогою вербального методу ординарної

класифікації;

– бібліотека діаграм процесів управління – діаграми процесів, що містять опис набору та послідовностей дій РТК у всіх передбачених експертами ситуаціях;

– блок керування РТК – рівень виконання. Перетворює описи дій з діаграм процесів в набори команд для виконавчих механізмів робототехнічного комплексу (ВМРК). У межах діаграми вибір сценарію виконання процесу проводиться згідно набору даних моніторингу зовнішнього середовища;

– бібліотека дій – набори команд для ВМРК, які відповідають діям з діаграм процесів;

– експерти – розробляють вирішальне правило, діаграми процесів та набори команд для ВМРК, вносять відповідні зміни у разі зміни ВМРК;

– оператори – мають можливість оперативно змінити чи зупинити роботу РТК у разі виникнення позаштатної ситуації чи непередбаченої зміни зовнішнього середовища.

Розроблена модель ІСУ дозволяє сформулювати символічні моделі в нотаціях обраних вербальних методів:

- на рівні прийняття рішень;

- на виконавчим рівні.

Література:

1. Nevliudov, I., Yanushkevych, D., Ivanov,. L. Analysis of the state of creation of robotic complexes for humanitarian demining. / I. Nevliudov, D. Yanushkevych, L. Ivanov // Technology Audit and Production Reserves, 6/2 (62). – 2021. – pp. 47-52.

2. Hutsa O., Yanushkevych D., Yelchaninov D., Tolkunov I., Ivanov L., Petrova R., Morozova A. Conceptualization of intelligent control systems conceptual model for humanitarian demining robotic complexes based on verbal methods. Science and Innovation Vol. 20 №. 3 (2024), pp. 82-95.