

В. М. Кичак, д. т. н., проф.; Л. Г. Коваль, к. т. н., доц.; В. І. Макогон

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВІДБОРУ ОПЕРАТОРІВ ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНИХ ПРИСТРОЇВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

У статті розглянуто особливості будови дистанційно керованих пристроїв (ДКП) і систем їхнього керування. Значну увагу приділено сферам застосування таких пристроїв та специфічним вимогам до операторів, які ними керують.

Основний чинник незадовільного виконання завдань дистанційно керованими пристроями – людський. У більшості випадків це відбувається через невідповідність особистих якостей людини діяльності оператора дистанційно керованих пристроїв. Із цієї причини під час відбору персоналу для такого виду діяльності необхідно враховувати психофізичну придатність кандидата. Серед набору особистісних якостей визначальними для успішної фахової діяльності є професійно важливі якості (ПВЯ). У роботі визначено основні професійно важливі якості оператора дистанційно керованих пристроїв. Для оцінки основних ПВЯ операторів пропонуємо використати психологічне тестування з використанням 16-факторного опитувальника Кеттелла. Для оцінки придатності кандидата для роботи з ДКП на основі оцінки особистісних характеристик розроблено нечітку модель оцінки за схемою Мамдані. Кожний чинник моделі представлено лінгвістичною змінною, для якої визначено множини значень. Визначено вихідну лінгвістичну змінну, для котрої визначено термножини значень, у якості функції належності вибрано функції Гаусса. Побудовано базу нечітких правил. Розроблену нечітку модель плануємо використовувати в автоматизованій системі оцінки кандидатів в оператори дистанційно керованих пристроїв.

Ключові слова: дистанційно керований пристрій, тест Кеттелла, компетентність, професійно важливі якості, модель оцінки, лінгвістична змінна, функція належності.

Вступ

Широкий спектр застосування пристроїв із дистанційним керуванням (ПДК) призводить до збільшення їх кількості і протягом тривалого часу стимулює їх розвитку на шляху підвищення надійності та ефективності таких систем. У системі з ПДК наявна людська ланка керування (за винятком окремих випадків повної автоматизації).

На сьогодні існує широке різноманіття пристроїв із дистанційним керуванням різного класу та призначення. До них належать: роботи-сапери, роботи для роботи на глибині, безпілотні літальні апарати та інші пристрої. Конструктивно вони можуть бути досить простими й потребувати постійного контролю оператором, але можуть і працювати в повністю автоматичному режимі роботи. Робочі місця операторів таких ПДК облаштовані різноманітними системами відображення інформації та управління, з урахуванням тривалості та змісту можливих місій [1].

Світовий досвід показує, що найбільші труднощі під час використання ПДК пов'язані з людським чинником, тому провідні країни світу не шкодують сил і матеріальних ресурсів на наукову роботу відповідного спрямування. І все це відбувається в умовах швидкого вдосконалення технічного складника ПДК та ситуаційного формування експлуатаційних практик відповідно до поточного бачення їх доцільності в широкому спектрі завдань застосування ПДК.

Домінантним ракурсом розуміння шляхів оптимізації людського чинника в ефективності ПДК є психологічний у двох пов'язаних аспектах: інженерно-психологічному (інформаційна взаємодія людської та машинної ланок) та організаційному (організація функціонування команди ПДК як специфічних малих груп та взаємодії між членами команди на етапах орієнтування в обставинах місії, прийняття рішень та їх спільної реалізації).

Мета роботи

З огляду на окреслену проблему, мета роботи полягає у визначенні перспективних напрямів психологічних досліджень в інтересах відбору операторів ПДК для ефективної експлуатації ПДК нових поколінь відповідно до світових здобутків і трендів.

Виклад основного матеріалу

У спеціалізованих компаніях у процесі відбору кандидатів на посаду оператора дистанційно-керованих пристроїв оцінюють такі компетенції кандидатів: які можна професійні й особистісні [2]. Професійні компетенції кандидата підтверджують зазвичай документами про освіту та документами з попередніх місць роботи.

Оцінка особистісних характеристик спеціаліста на сьогодні недостатньо об'єктивна. Загалом для оцінки особистісних характеристик використовують суб'єктивні методи: інтерв'ю, анкетування, метод попарного порівняння тощо.

Отже, на сьогодні оцінка особистісних якостей кандидата для роботи оператором ПДК фактично являє собою суб'єктивну думку відповідальної за відбір особи.

Очевидно, що визначити рівень професійно важливих якостей дозволяє психологічне тестування. Однак результати психологічного тестування також не є визначальними та точними, бо зазвичай являють собою інтерпретацію набраних балів експертом-психологом, хоча ця інтерпретація все ж таки може бути суб'єктивною.

Отже, актуальним є завдання розробки формалізованих методів на основі психологічного тестування, які дозволяють об'єктивно оцінювати особистісні якості. Розробка й упровадження подібних методів дозволять знизити аварійність і підвищити безпеку ПДК.

Для розв'язання цього завдання необхідно виконати таке:

1. Сформувати перелік професійно важливих якостей оператора ПДК.
2. Вибрати один або декілька психологічних тестів, за допомогою яких тестувати певні професійно важливі якості.
3. Побудувати математичну модель на основі вибраного математичного методу.
4. Реалізувати цю модель у вигляді відповідного програмного продукту [3].

Визначення професійно важливих якостей операторів дистанційно керованих пристроїв

У роботі [4] зазначено, що особи, які не мають достатніх здібностей до певного виду діяльності, не тільки значно довше за інших опановують цю діяльність і роблять це з більшими труднощами, але й працюють гірше за інших: частіше припускаються помилок і прорахунків, стають винуватцями аварій і загалом демонструють менш якісну роботу, тому доцільно витратити сили, час та кошти саме на відбір кандидатів на навчання, а не на навчання людей, віддача від яких буде мінімальною. Також у роботі [4] є посилання на ДНАОП 0.03-8.06-94, який містить перелік робіт, виконання яких потребує професійного відбору. Наприклад, для оператора безпілотних літальних апаратів (БПЛА) необхідні такі психофізіологічні показники для професійного добору:

- 1) орієнтація в просторі;
- 2) реакція на об'єкт, який рухається;
- 3) стійка увага;
- 4) швидкість переключення уваги;
- 5) зорова та слухова пам'ять;
- 6) емоційна стійкість та почуття тривоги;
- 7) стресостійкість;
- 8) сенсомоторні реакції;
- 9) втома;
- 10) здатність приймати рішення та дії в екстремальних умовах;
- 11) стійкість до моногонії.

Частина цих показників є фізіологічними: їх можна виміряти медичними приладами.

Виділимо та узагальнимо основні професійно важливі якості оператора ПДК, які необхідно оцінити під час психологічного тестування. Розглянемо такі якості:

- 1) стійка увага;
- 2) стресостійкість;
- 3) комунікативні якості;
- 4) готовність до навчання;
- 5) постійність і точність під час роботи;
- 6) відповідальність;
- 7) зібраність.

Вибір психологічного тесту

Для виявлення ступеня відповідності особистісних якостей професійно важливим якостям найкращим є 16-факторний опитувальник Кеттелла [5, 6]. Він дозволяє виявити мотивації особистості, особливості характеру та здібності. Опитувальник Кеттелла – одна з найвідоміших багатофакторних методик, що дозволяє провести дослідження особистості за 16 факторами [3].

Зведемо в таблицю професійно важливі якості оператора ПДК й відповідні чинники, які визначають за опитувальником Кеттелла.

Таблиця 1

Відповідність професійно важливих якостей оператора ПДК і чинників опитувальника Кеттелла

Професійно важливі якості оператора ПДК	Фактори теста Кеттелла
Зібраність	Упевненість у собі
Стресостійкість	Емоційна стійкість
Комунікативні якості	Комунікабельність, дипломатичність
Готовність до навчання	Інтелектуальний розвиток
Постійність і точність	Самоконтроль
Стійка увага	Самоконтроль
Відповідальність	Нормативність поведінки

Тобто фактори із опитувальника Кеттелла дозволяють оцінити професійно важливі якості оператора ПДК.

Побудова нечіткої моделі

Під час обробки результатів оцінки особистих якостей операторів ПДК завжди виникатиме деякий ступінь нечіткості, тому для побудови моделі оцінки професійно важливих якостей використаємо математичний апарат нечіткої логіки [7].

Нечітку логіку часто використовують у дослідженнях різних соціоекономічних систем [8], серед яких і дослідження оцінки персоналу. Одною із найбільше використовуваних нечітких моделей є нечітка продукційна модель [9], тому модель оцінки професійно важливих якостей можна представити так:

$$M = \langle L, R, P_f, F, P_d \rangle,$$

де L – множина лінгвістичних змінних (вхідних і вихідних); R – база нечітких продукційних правил; P_f – процедура фазифікації; F – блок нечіткого логічного виводу; P_d – процедура дефазифікації. Блок (алгоритм) нечіткого логічного виводу використовує базу нечітких продукційних правил і складається з трьох процедур:

1. P_1 – процедура агрегування ступеня істинності нечітких правил,
2. P_2 – процедура активації висновків нечітких правил,
3. P_3 – процедура акумулювання активізованих висновків нечітких правил.

Побудову моделі потрібно розпочати із визначення лінгвістичних змінних, їх терм – множин і функцій належності.

Множина лінгвістичних змінних

Після проходження тесту Кеттелла маємо 16 особистісних чинників, які й будуть нашими лінгвістичними змінними. Для кожної змінної виділимо терм – множини із трьох термів: низьке значення фактору, середнє значення фактору, високе значення фактору.

Згідно з проведеним раніше аналізом відповідності професійно важливих якостей і чинників опитувальника Кеттелла отримуємо такі лінгвістичні змінні:

1. L_1 – замкнутість/комунікабельність.
2. L_2 – інтелект.
3. L_3 – емоційна нестабільність/стабільність.
4. L_4 – нормативність поведінки.
5. L_{11} – прямолінійність/дипломатичність.
6. L_{15} – самоконтроль.

Фазифікація

Для проведення процедури фазифікації необхідно визначити функцію належності. Зоною визначення функцій належності є первинні бали(у діапазоні від 1 до 10), що визначають ступінь володіння особистісними якостями. Досить часто в якості функції належності використовують функції гауссівського типу, адже вони дозволяють отримати пологі, неперервно диференційовані гіперповерхності відгуку нечіткої моделі.

Блок виводу

Для нашої задачі на вході є 7 лінгвістичних змінних, а на виході – значення єдиної лінгвістичної змінної, тому в цій роботі зручно користуватися правилами типу MISO.

База містить $N=7^3 = 343$ правил, оскільки на вхід подають 7 вхідних змінних, кожна з яких містить однакову кількість термів – 3.

Алгоритм нечіткого висновку

Під час визначення завдань відбору персоналу, пов'язаних із неповнотою, протилежністю й неясністю компонент, суб'єктивною, якісною природою управлінських рішень, зазначалось, що традиційні методи прийняття рішень подібних завдань не завжди дозволяють урахувати швидкість змін, що відбуваються.

У такій ситуації методом, що задовольняє поставлені умови, було обрано метод нечіткого логічного виводу–нечіткий алгоритм Мамдані (Mamdani).

Дефазифікація

Для отримання значення вихідної лінгвістичної змінної виконують процедуру дефазифікації. Центроїдним методом:

$$z = \frac{\int_{\min}^{\max} y \cdot MF(y) dy}{\int_{\min}^{\max} MF(y) dy},$$

де z – дефазифіковане значення; y – вихідна змінна; $MF(y)$ – функція належності для вихідної змінної; \max і \min – ліва й права точки інтервалу носія нечіткої множини вихідної лінгвістичної змінної B .

Висновки

Запропонований підхід можна використати для процесу відбору операторів пристроїв із дистанційним керуванням. Використання інструментарію нечіткої логіки (нечіткого алгоритму Мамдані) дозволяє порівняно із класичними методами відбору отримати наступні переваги:

- увести в аналіз якісні змінні;
- працювати з нечіткими вхідними даними;
- використовувати лінгвістичні критерії.

Цю нечітку модель можна застосовувати в автоматизованих системах оцінки кандидатів в оператори ПДК. За необхідності її можна доповнити психофізіологічними показниками кандидата важливими під час роботи з окремими типами пристроїв.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Петренко О. В. Психологічні аспекти новітніх підходів до забезпечення ефективності наземних екіпажів безпілотних літальних апаратів / О. В. Петренко // Актуальні проблеми психології: Збірник наукових праць Інституту психології імені Г. С. Костюка. – К.: «ДП Інформаційно – аналітичне агентство», 2015. – Том X. – Психологія навчання. Генетична психологія. Медична психологія. – Вип. 27. – С. 436 – 450.
2. Спенсер Л. М. Компетенции на работе: модели максимальной эффективности на работе / Л. М. Спенсер, С. М. Спенсер. – М.: НИРРО, 2005. – 384 с.
3. Ганина Я. О. Нечеткая продукционная модель для оценки профессиональных качеств морских специалистов/ В. В. Лаптев // Вестник АГТУ. Серия Управление, вычислительная техника и информатика. – 2016. – №3. – С. 101 – 108.
4. Ударцева Т. Є. Доцільність проведення професійного добору операторів керування безпілотними літальними апаратами / Т. Є. Ударцева// Системи озброєння і військової техніки. – 2016. – № 1(45). – С. 186 – 189.
5. Двинин А. П. Психодиагностика: образование и кадровый менеджмент/ А. П. Двинин, И. А. Романченко.– СПб.: Люмьер, 2015. – 148 с.
6. Райгородский Д. Энциклопедия психодиагностики. Психодиагностика персонала / Д. Райгородский. – Самара: Изд. Дом «БАХРАХ - М», 2010. – 792 с.
7. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений/ Л. А. Заде. – М.: Мир, 1976. – 168 с.
8. Кондратенко Н. Р. Нечіткі моделі в задачах підбору персоналу при формуванні соціальних груп / Н. Р. Кондратенко, С. В. Лужецкий, О. В. Чеборака// Системні дослідження та інформаційні технології. – 2011.– №3.– С. 56 – 62.
9. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М.: Бинум. Лаборатория знаний, 2011. – 655 с.

Стаття надійшла до редакції 17.09.2020.

Стаття пройшла рецензування 25.09.2020.

Кичак Василь Мартинович – д. т. н., професор, завідувач кафедри телекомунікаційних систем та телебачення (ТКСТБ).

Коваль Леонід Григорович – к. т. н., доцент, завідувач кафедри біомедичної інженерії.

Макогон Віталій Іванович – асистент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення (ТКСТБ).

Вінницький національний технічний університет.