

Міністерство освіти і науки України  
Кіровоградська льотна академія  
Національного авіаційного університету  
Центральноукраїнський національний технічний університет  
Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В.Винниченка  
Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова  
Національної академії наук України

Матеріали  
Дев'ятого Міжнародного науково-практичного  
семінару

**«КОМБІНАТОРНІ КОНФІГУРАЦІЇ  
ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ»**

*7-8 квітня 2017 року*

м. Кропивницький  
2017 р.

<b>Кашель О.Є, Джума Л.М., Піліпюнок О.М.</b> <i>Кіровоградська льотна академія НАУ</i> Обґрунтування методу інтелектуального аналізу на основі нечітких асоціативних правил у вивченні закономірностей змін метеорологічних даних та стану злітно-посадкової смуги.....	80
<b>Козин І. В., Полюга С. І.</b> <i>Запорожский национальный университет</i> Фрагментарная модель и эволюционный алгоритм в задачах о минимальном остовном дереве с ограничениями.....	85
<b>Козин І. В., Батовский С. Е.</b> <i>Запорожский национальный университет</i> Эволюционно-фрагментарная модель для задачи о максимальном разрезе на графах.....	87
<b>Кузьменко О. С.</b> <i>Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету</i> Використання графів для розв'язання фізичних задач....	89
<b>Мажаров В.С.</b> <i>Кіровоградська льотна академія НАУ</i> Проблеми математичного моделювання динаміки польоту повітряного судна.....	94
<b>Неділько С.М., Семенюта М. Ф.</b> <i>Кіровоградська льотна академія НАУ</i> Дистанційна антимагічна розмітка гіперкуба.....	100
<b>Неділько В.М., Стратонов В.М.</b> <i>Кіровоградська льотна академія НАУ</i> Графова модель процесу оптимізації маршруту евакуації постраждалих від місць тимчасового розміщення постраждалих до місць надання спеціалізованої медичної допомоги.....	103
<b>Петренюк В. І., Петренюк Д. А.</b> <i>Центральноукраїнський національний технічний університет, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України.</i>	

2. Иванов В.В. Методы вычислений на ЭВМ. Справочное пособие. Академия наук Украинской ССР институт кибернетики им. В.М. Глушкова. Наук. думка. – Киев. 1986. – 584 с.

3. Карпенко В. М. Енергоінформаційні аспекти аналізу динаміки фізичної точки у неоднорідному півпросторі / В. М. Карпенко, Ю. П. Стародуб, О. В. Карпенко // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. Випуск 9. - Київ. - 2012. – С. 89-116.

Карпенко В. Н. Математична модель загальної геометрії фізичного простору в задачах геофізики / В. М. Карпенко, Ю. П. Стародуб // Геодинаміка №1(8) / 2009, -С. 97-105.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ У ВИВЧЕННІ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІН МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ ТА СТАНУ ЗЛІТНО-ПОСАДКОВОЇ СМУГИ**

Кашель О.Є, Джума Л.М., Піліпюнок О.М.  
helen.kashel@gmail.com, [ldzhuma@gmail.com](mailto:ldzhuma@gmail.com),  
[oksana.pilipyonok@gmail.com](mailto:oksana.pilipyonok@gmail.com)

*Кіровоградська льотна академія НАУ*

*Аннотация. В тезисах обосновывается возможность применения метода интеллектуального анализа на основе нечетких ассоциативных правил в поиске и изучении закономерностей изменений метеорологических данных и состояния взлётно-посадочной полосы для интеллектуальной обучающей системы «Диспетчер Tower». Выдвигается гипотеза о возможности использования результата, полученного данным методом, в автоматизации процесса формирования и представления метеорологических элементов и состояния взлётно-посадочной полосы.*

*Abstract. The thesis substantiates the possibility of applying the method of intellectual analysis based on fuzzy association rules in the search for and studying the patterns of changes in meteorological data and the condition of the runway for the intellectual training system «Tower Controller». A hypothesis is advanced about the possibility of using the result obtained by this method in automating the process of forming and presenting meteorological elements and the condition of the runway.*

Управління повітряним рухом (УПР) являє собою складний, багатокомпонентний процес, під час якого авіадиспетчер виконує велику кількість різнопланових завдань в умовах обмеженого часу та інформації.

Обов'язки, що покладені на диспетчера Аеродромної Диспетчерської Вишки (АДВ) Tower, відрізняються особливими параметрами складності та відповідальності, що підтверджується високими показниками інцидентів та авіаційних подій на етапах зльоту та посадки повітряних суден.

Важливим етапом у формуванні надійних знань, вмінь та навичок диспетчера УПР є проходження тренажерної підготовки з виконанням завдань, що максимально наближені до реальних умов.

Підвищити рівень професійної підготовки диспетчера АДВ Tower стає можливим завдяки використанню інтелектуальної навчальної системи (ІНС) «Диспетчер Tower», в основу якої закладено концепцію вивчення, підтримки та контролю процесу прийняття рішення при управлінні злітно-посадковими операціями [1]. Розробка цієї навчальної системи активно ведеться на кафедрі інформаційних технологій КЛА НАУ.

Одним із напрямків розробки ІНС «Диспетчер Tower» є вивчення та виявлення закономірностей змін метеорологічних даних та стану злітно-посадкової смуги (ЗПС) з метою їх використання в автоматизації процесу формування вправ різного рівня складності.

В цілому, розгляд системи обслуговування повітряного руху як відкритої, складної, безперервно-дискретної, стохастичної, динамічної системи управління з мішаною структурою, дає змогу виконувати дослідження даних, що використовуються в процесі прийняття управлінських рішень диспетчером АДВ Tower, із застосуванням комбінаторних знань [2, 3, 4, 5].

Необхідність представлення метеорологічних даних в процесі виконання тренажерних завдань зумовлює використання їх певних комбінацій.

Так система, з якої складається диспетчерський тренажер АДВ, що використовується на базі Навчально-сертифікаційного центру Державного підприємства обслуговування повітряного руху України, може моделювати 999 комбінацій метеорологічних явищ відповідно до будь-якої пори року та часу доби. У заданих інструктором погодних умовах та інтенсивності повітряного руху моделюються різноманітні ситуації, які можуть виникати в роботі.

Одним з перших кроків на шляху розробки ІНС «Диспетчер Tower» у напрямку автоматизованого представлення метеорологічних елементів та стану ЗПС має бути пошук та вибір підходів до систематизації цих даних. Зважаючи на той факт, що метеорологічні показники та явища, а також стан ЗПС, можна характеризувати як об'єкти вивчення, що мають невизначені властивості та властивості нестроного характеру, доцільно проводити дослідження з використанням теорії нечітких множин.

В теорії нечітких множин застосовуються різні види об'єднання, перетину, різниці множин та заперечення. За допомогою операцій над нечіткими множинами можна створювати нечіткі алгоритми, нечіткі бази даних та нечіткі бази знань.

В результаті вивчення існуючих видів аналізу нечітких даних для обробки метеорологічних даних та даних, щодо стану ЗПС, був запропонований метод інтелектуального аналізу на основі нечітких асоціативних правил. Існуючий метод призначений для виявлення взаємозв'язків між наборами даних із статистики. Пошук закономірностей відбувається не на основі властивостей об'єкта, що досліджується, а між декількома подіями, що відбуваються одночасно [6].

Одним із способів зробити алгоритм інтелектуального аналізу асоціативних правил більш «нечітким» є виконання «нарізки» в заданих точках у діапазоні між 0.0 та 1.0, де елементи зі значенням функції приналежності вище рівня відсікання вважаються «чіткими» (що відповідає повній приналежності), а елементи нижче рівня відсікання вважаються елементами без приналежності. Результатом є рівні

достовірності для правил при різних значеннях рівня відсікання у вигляді двомірного графа. Такий розрахунок нечітких асоціативних правил є придатним до об'єктно-орієнтованих форм [7].

Використання методу інтелектуального аналізу на основі нечітких асоціативних правил вимагає, щоб значення приналежності (або функції приналежності) були призначені кожному елементу (або кожному класу елементів) в базі даних. Ці значення приналежності мають бути розраховані за певною формулою. Наприклад, метеорологічне явище «сніг» може бути функцією нечіткої приналежності, заснованої на показниках відносної вологості повітря, зазначених у відсотках, та в той самий час, воно може бути пов'язаним (може асоціюватися) із явищем «завірюха», що, в свою чергу, може бути функцією нечіткої приналежності, заснованої на показниках швидкості вітру, зазначених у метрах за секунду.

Тобто, аналізуючи метеорологічні дані на певній території за певний проміжок часу, враховуючи різні пори року, можна виявити тісні взаємозв'язки між різноманітними метеорологічними елементами, показниками та станом ЗПС. Виявлені закономірності із застосуванням методу інтелектуального аналізу на основі нечітких асоціативних правил мають дати можливість приступити до автоматизації процесу формування та представлення метеорологічних даних та стану ЗПС, що виводяться на інтерфейс користувача ІНС «Диспетчер Tower».

## **Література**

1. Пилипёнок О. Н. Модель процесса принятия решений как основная составляющая интеллектуальной обучающей системы / О. Н. Пилипёнок // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. - 2014. - № 4. - С. 54-61. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzundiz\\_2014\\_4\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzundiz_2014_4_11).

2. Джума Л.Н. Анализ структуры рабочего места диспетчера Tower и особенности его моделирования / Л.Н. Джума, О.Н. Пилипёнок, А.В. Тимошенко // Матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління високошвидкісними

рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем». – Кіровоград: КЛА НАУ, 2012. – С. 32-33.

3. Джума Л.Н. Совершенствование модели информационного обеспечения интеллектуальной обучающей системы «Диспетчер Tower» / Л.Н. Джума, О.Н. Пилипёнок // Научные записки Украинского научно-исследовательского института связи. Научно-производственный сборник. – К.: Украинский НИИ связи, 2014. – № 5(33). – С. 48-57.

4. Пилипёнок О.Н. Особенности моделирования условий функционирования диспетчера Tower / О.Н. Пилипёнок // Матеріали XXXII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та курсантів «Авіація та космонавтика: стан, досягнення і перспективи». – Кіровоград: КЛА НАУ, 2012. – С. 151-152.

5. Пилипёнок О.Н. Разработка модуля информационной поддержки деятельности авиадиспетчера / О.Н. Пилипёнок // Тези доповідей XII Міжн. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки». – К.: НАУ, 2012. – С. 35

6. Максимова К.И. Поиск ассоциативных правил в статистике покупок товаров / К.И. Максимова // Сборник научных трудов XI Международной конференции студентов и молодых ученых. под редакцией Е.А. Вайтулевич; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2014

7. Практический интеллектуальный анализ расплывчатых и неопределенных данных [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ba-practical-data-mining/>