

Медведєв Є.П.¹,
Лебідь І.Г.²,
Слісєєв П.Й.¹

¹Східноукраїнський національний
університет імені Володимира Даля,
м. Северодонецьк, Україна
E-mail: medvedev.ep@gmail.com
peter_eliseyev@ukr.net

²Національний транспортний університет,
м. Київ, Україна
E-mail: i.h.lebed@gmail.com

**ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ
ЗАСТОСУВАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ
ЛОГІКИ У ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСАХ
ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ**

УДК 519.876.5:631.35

Представлено обґрунтування доцільності використання апарату нечіткої логіки у транспортних процесах збирання врожаю пшениці. Запропоновано застосування апарату нечіткої логіки на основі моделі Мамдані у сільському господарстві, зокрема під час планування, організації та управління збирально-транспортними процесами збору врожаю пшениці.

Ключові слова: нечітка логіка, збиральна кампанія, збирально-транспортні процеси, метод ієрархій Сааті, модель Мамдані, модель Сугено.

Актуальність проблеми. У сільському господарстві складові виробничих циклів мають імовірнісний (стохастичний) характер. Це особливо стосується процесу збирання врожаю. Збиральна кампанія є найдорожчим періодом виробництва сільськогосподарської продукції, якому притаманна складність в управлінні та залежність від великої кількості керованих та некерованих факторів. Тривалість цього періоду залежить від погодних умов, біології розвитку рослин, сорту культури, складу ґрунту, агротехнічних прийомів тощо. У зв'язку з цим є потреба в науково-виробничих пошуках таких форм організації збирального процесу, які дали б змогу зібрати врожай у стислі агротехнічні строки та істотно зменшити за рахунок цього втрати [1].

Музильов Д.О. у роботі [2] підкреслює, що у період збору врожаю зернових культур виникає суттєва потреба в залученні великої кількості транспортних засобів для забезпечення своєчасного вивозу зазначеної групи сільськогосподарських вантажів з полів до тимчасових місць зберігання. Окрім цього, сам процес збору врожаю характеризується наявністю деяких труднощів, що постають перед аграріями та безпосередньо впливають на технологію перевезення: відсутність необхідної кількості сільськогосподарської техніки, не завжди сприятливі погодні умови, недостатні провізні можливості власного парку транспортних засобів, суттєве обмеження в часі при зборі врожаю та інше.

Під час збиральної кампанії роль транспортно-логістичної системи набуває особливої ваги. В першу чергу це стосується ефективності використання транспортних засобів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У [3] наголошується, що потреба у вантажних автомобілях у період збирання врожаю збільшується у 2–2,5 рази. Здійснити процес збирання та доставки врожаю у найкоротший термін вдається тільки при виключно інтенсивній та злагодженій роботі збиральної та транспортної техніки. Серйозна увага має приділятися раціональній організації збирально-транспортних процесів і оперативному керівництву та контролю за перебігом перевезень врожаю. Обсяг перевезень і потреба в транспорті повинні уточнюватися по мірі дозрівання врожаю.

Автори у [4] зауважують, що в період напруженої роботи щодня через керівників, фахівців, працівників виробничих структур сільського господарства проходить значний обсяг інформації. Від повноти і якості зазначеної інформації багато в

чому будуть залежати ефективність оперативного управління ходом робіт в рослинництві і, відповідно, рівень використання машино-тракторного парку на різних технологічних операціях.

У [5] підкреслюється, що при визначенні оптимальних альтернатив існують відмінності особистих оцінок, крім того, типовим ускладненням є середовище, в якому приймаються рішення. Автор наголошує, що при прийнятті управлінських рішень завжди важливо враховувати ризик. Поняття «ризик» використовується тут не в сенсі небезпеки, а скоріше відноситься до рівня визначеності, з якою можна прогнозувати результат. В ході оцінки альтернатив і прийняття рішень, керівник повинен прогнозувати можливі результати при різних станах природи. По суті справи, рішення приймаються за різних обставин по відношенню до ризику. Ці обставини традиційно класифікуються як умови визначеності, ризику або невизначеності.

При формуванні та використанні транспортного парку аграрних підприємств необхідно враховувати особливості галузі: сезонність виробництва, складні дорожні умови, значні відстані, повторюваність перевезень тощо. Ці чинники зумовлюють підвищені вимоги до транспортного забезпечення сільського господарства [6].

Кудрицька Ж.В. у роботі [7] зауважує, що у реальності через погодні умови, відхилення у площях посівів від запланованих та інших умов, оптимальний транспортний парк перестає бути оптимальним.

Польовий А.М. звертає увагу на те, що під час прийняття оперативно-господарських рішень розроблюються дії безпосереднього управління технологічними процесами. Для цього використовується оперативна інформація про фактичний стан середовища, аналізуються очікувані умови погоди [8].

У [9] автор підкреслює, що при розгляді питань управління функціонуванням і розвитком автотранспортних підприємств (АТП) істотна увага повинна приділятися одній з характеристик зовнішнього середовища – невизначеності. Під невизначеністю дослідник розуміє відсутність, неповноту, недостатність інформації про об'єкт, процес, явище чи невпевненість у достовірності інформації.

Сулейменов Т.Б. до основних джерел виникнення невизначеності для АТП відносить:

1) істотну залежність транспортного процесу від погодних умов. Наприклад, погодні умови можуть викликати непередбачені наслідки при перевезеннях сільськогосподарської продукції;

2) наявність, крім АТП, інших учасників транспортного процесу – постачальників і споживачів продукції та ін. Результат їх впливу на транспортний процес носить невизначений і не однозначний характер;

3) наявність у роботі автотранспорту елементів ймовірності і випадковості (надійність рухомого складу, нерівномірність попиту на транспортні послуги в часі та ін.);

4) недостатність, неповноту інформації про об'єкт, процес, явище по відношенню до якого приймається рішення, обмеженість у зборі та обробці інформації, її мінливість;

5) наявність в суспільному житті країни протидіючих тенденцій, зіткнення суперечливих інтересів;

6) неможливість однозначної оцінки об'єкта при сформованих в даних умовах рівні і методах наукового пізнання;

7) відносну обмеженість свідомої діяльності особи, що приймає рішення, відмінності в соціально-психологічних установках, ідеалах, намірах, оцінках, стереотипах поведінки.

В аграрних формуваннях систематично зростає обсяг вантажоперевезень, а звідси дедалі більшого значення набуває правильна організація і ефективне використання

транспортних засобів. Витрати на утримання і використання транспортних засобів сягають 20-30% загальної суми витрат на виробництво продукції рослинництва і тваринництва. Обсяг вантажоперевезень в залежності від місцевих природних умов, спеціалізації і поєднання галузей, рівня інтенсивності виробництва коливається на рівні від 20-25 до 50-55 тонн на один гектар сільськогосподарських угідь [10].

Глухова І.Ю. у роботі [11] наголошує, що важливим резервом підвищення ефективності використання транспортних засобів, поліпшення транспортного обслуговування сільськогосподарського виробництва є вдосконалення планування потреби в рухому складі.

У роботі [12] автори використовують нечіткий логічний вивід для визначення факторів та побудови моделі прогнозування обсягів виробництва сільськогосподарської продукції. Дослідниками зауважено, що розроблена на основі нечіткої логіки модель визначає обсяг виробництва сільськогосподарської продукції, а також у режимі реального часу дозволяє здійснювати пошук шляхів підвищення ефективності виробництва, змінюючи вхідні дані.

Селякова С.М. у роботі [13] застосовує методи нечіткої логіки для розв'язання задачі визначення поправкового коефіцієнту до норми витрати палива при розподілі збиральної техніки по полям.

У роботі [14] автор підкреслює, що використовуючи метод нечіткої логіки та аналізу ієрархій, можна знайти спосіб оцінки застосування інноваційних технологій за рядом заздалегідь визначених критеріїв, для того, щоб було видно результат від використання інноваційних сільськогосподарських технологій. Мета застосування методу аналізу ієрархій – підтримка прийняття рішень через ієрархічну композицію задачі та побудова рейтингу альтернативних рішень. Використовуючи метод, що заснований на математичному апараті нечіткої логіки та методі аналізу ієрархій, буде легше зробити вибір на користь використання найбільш ефективних інновацій для конкретного об'єкту, з урахуванням регіональної та галузевої специфіки підприємства. Цей метод може бути застосований при оцінці великомасштабних проектів інноваційних технологій у сільськогосподарському секторі та на рівні господарюючих суб'єктів з метою досягнення найбільш об'єктивних економічних розрахунків ефективності інновацій у сільському господарстві.

Автори у роботі [15] вважають, що загальною передумовою для застосування нечітких систем управління є наявність невизначеності, яка пов'язана з відсутністю інформації, складністю системи і неможливістю або недоцільністю її опису традиційними методами або наявність лише інформації якісного характеру.

У статті [16] зауважено, що провідні вчені в галузі інтелектуальних систем – Teodor Gabriel Crainic, Michel Gendreau, Jean-Yves Potvin впевнені у необхідності розвитку програмних компонентів транспортних систем і введенні нових сучасних технологій, в тому числі в системи підтримки прийняття рішень, що може значно підвищити продуктивність транспортних систем.

У роботі [17] автори підкреслюють, що в силу об'єктивних умов транспортна система та її підсистеми являють собою, в ряді випадків, нечіткі множини; крім того, ці системи нестаціонарні. Вони працюють з недетермінованими об'єктами, на них впливає значна кількість факторів, в т. ч. природного характеру. В автоматизованих системах, на підставі не завжди достовірної, повної та своєчасної інформації, в обробці якої приймає участь людина, утворюються нечіткі бази даних. Коли складність системи і точність, з якою її можна описати традиційними математичними методами, суперечать один одному, для побудови моделі доцільно використовувати логіко-лінгвістичну модель (ЛЛМ), яка відображає загальну смислову постановку задачі.

Згідно з [18] виділяють кілька варіантів задач з невизначеністю. Перший варіант – задача зі стохастичною невизначеністю. Невідомі чинники ξ – випадкові величини, статистичні характеристики яких відомі.

Другий варіант задач – невизначені фактори ξ не мають імовірнісного характеру, тобто їх не можна вважати випадковими в звичайному сенсі слова. У цьому випадку можна використовувати експертні підходи. Результати обробки при цьому, зрозуміло, зберігають суб'єктивний характер.

Домаскіна М.А. наголошує, що для моделювання складних систем, зокрема процесів аграрного виробництва, сьогодні доречним і необхідним є використання експертної інформації. Крім того, досить багато показників та категорій потребують опису, що не завжди піддається чіткому математичному опису, серед них: якість продукції, зовнішній вигляд, стан погоди тощо. Все це обумовлює використання потужного апарату нечіткої математики. До основних моделей сільського господарства, які завдяки використанню нечіткої математики отримали новий раціональний напрям розв'язання, належать: прогнозування урожайності сільськогосподарських культур; визначення галузевої структури аграрного підприємства; вибір типу господарювання; управління запасами; оптимізація використання кормів; оптимізація структури виробництва тощо. Завдяки методам нечіткої математики в цих моделях вдалося описати і врахувати вплив погодних умов, якість земельних ресурсів, невизначеність витратних статей, якість виробленої продукції і т. ін. Отримані завдяки моделям нечіткої логіки рішення є більш адекватними реальним умовам господарювання [19].

Аналіз літературних джерел вказує на недостатність досліджень стосовно оптимізації збирання врожаю пшениці, та недостатнє опрацювання сучасних підходів і методів організації та планування збирально-транспортних процесів з урахуванням погодно-кліматичних умов, на підставі науково обґрунтованого врахування існуючої (можливої) інформації стосовно невизначеності середовища функціонування.

У зв'язку з цим, актуальними є теоретичне та експериментальне обґрунтування необхідності врахування невизначеності у процесах збирально-транспортних робіт при збиранні врожаю пшениці. Це є об'єктом подальших досліджень.

За допомогою нечіткої логіки стало можливим застосування експертних знань (оцінок) відносно розвитку процесів і систем, що являють собою предмет дослідження у математичному вираженні.

Постановка проблеми. Метою роботи є обґрунтування доцільності застосування апарату нечіткої логіки у збирально-транспортних процесах збирання врожаю пшениці.

Основна частина. У збиральній кампанії необхідно здійснювати оперативне планування транспортних процесів та приймати оперативні рішення відповідно до мінливої ситуації, що має місце у зв'язку з дуже стислим терміном збирання врожаю. Для прийняття рішення необхідно визначити взаємодію параметрів, тобто провести аналіз системи. Результати аналізу мають стати підґрунтям для синтезу рішення.

Звичайно процес прийняття рішень включає такі складові:

- планування;
- генерування ряду альтернатив;
- встановлення пріоритетів;
- вибір найкращої лінії поведінки після надходження ряду альтернатив;
- розподіл ресурсів;
- визначення потреб;
- передбачення результатів;
- побудова систем;
- вимір характеристик;

- забезпечення стійкості системи;
- оптимізація і розв'язання конфліктів.

Настільки складний комплекс задач не може бути ефективно розв'язаний без застосування системного підходу. Застосування системного підходу полягає у виділенні окремих складових системи, оцінці взаємозв'язків складових параметрів системи та їх впливів на систему в цілому.

На першому етапі необхідно зробити аналіз системи, що включає її декомпозицію на складові параметри, встановити їх ієрархії та сили впливу. Параметри, що впливають на результат збирання врожаю представлено на рис. 1.



Рис. 1 – Структурна модель параметрів системи збирання врожаю

Сутність параметрів, з якими ми маємо справу у сільському господарстві, зокрема при збиранні врожаю пшениці, така, що практично унеможливує отримання репрезентативної вибірки для розрахунку імовірнісних оцінок. Сама постановка задачі, вочевидь, відноситься до слабоструктурованих задач.

Актуальним є дослідження впливу параметру «Погодні умови» на складові параметри системи, зокрема збирально-транспортні процеси збирання врожаю пшениці (рис. 2).

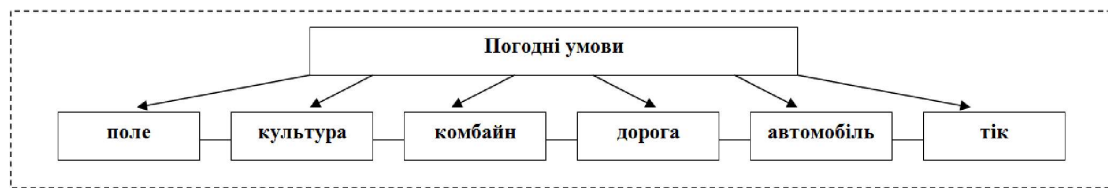


Рис. 2 – Вплив погодних умов на складові параметри збиральної кампанії

Для забезпечення надійної, якісної організації та управління збирально-транспортними процесами нам необхідно виділити фактори за ступінню їх об'єктивного впливу на функціонування системи збирання врожаю. Роль окремого параметру може невинувато зростати під впливом зовнішніх факторів, які можуть носити ситуаційний, емоційний характер та інше.

Впевнено можна стверджувати, що задача планування, організації та управління збирально-транспортними процесами відноситься до задач слабоструктурованих та багатокритеріальних.

Для розв'язання цієї задачі необхідно задати деяку вимірювальну шкалу для суджень та мати механізм вірогідної асоціації суджень людей з числами. При цьому, обов'язковою умовою методу має бути числова (кардинальна) узгодженість результатів за ступінню переваги. Задача розв'язується за методом ієрархій Сааті.

На сьогодні організація та управління збирально-транспортними роботами повинна ґрунтуватися на використанні сучасних методів аналізу інформації, в основу яких покладено науково обґрунтоване врахування наявної інформації відносно об'єкта управління (рис. 3).

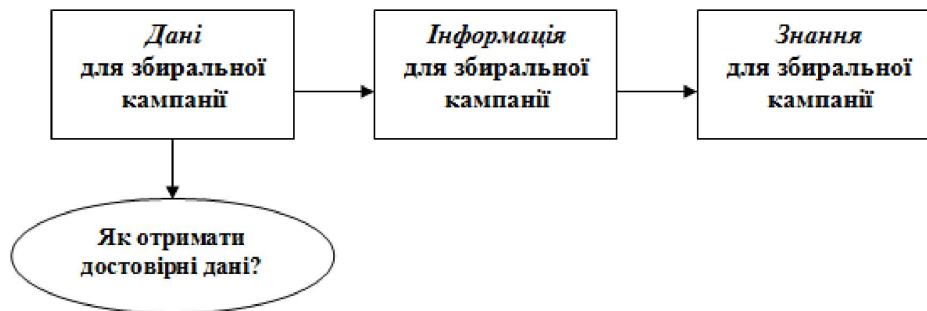


Рис. 3 – Схема «Дані – Інформація – Знання» для збиральної кампанії

Після узгодження результатів за ступінню їх переваги переходимо до процесу моделювання. Для цього розглянемо два типу моделі – модель типу Мамдані та типу Сугено.

Розгорнуту аргументацію щодо застосування моделей типу Мамдані та типу Сугено детально висвітлено у роботі [20].

Нечітку базу знань моделі типу Мамдані представимо у наступному вигляді:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \bigcap_{i=1}^n (x_i = a_{i,jp}) \rightarrow y = d_j, j = \overline{1, m}, \quad (1)$$

де $a_{i,jp}$ – лінгвістичний терм, яким оцінюється змінна x_i у рядку з номером jp $p = \overline{1, k_j}$; k_j – кількість рядків-кон'юнкцій, у яких вихід y оцінюється лінгвістичним термом d_j ; m – кількість термів, які використовуються для лінгвістичної оцінки вихідної змінної y .

У моделі типу Сугено взаємозв'язок між входами $X = x_1, x_2, \dots, x_n$ і виходом y задається нечіткою базою знань:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \bigcap_{i=1}^n (x_i = a_{i,jp}) \rightarrow y = b_{j,0} + b_{j,1} \cdot x_1 + b_{j,2} \cdot x_2 + \dots + b_{j,n} \cdot x_n, j = \overline{1, m} \quad (2)$$

де $b_{j,i}$ – деякі числа.

При малих навчальних вибірках якість ідентифікації істотно вище для моделей типу Мамдані. Це пояснюється тим, що вихідна, заснована на експертних висловлюваннях, нечітка модель вже відображає основні особливості ідентифікованої залежності. Зі збільшенням обсягу навчальної вибірки кращу якість ідентифікації забезпечує модель типу Сугено.

При великих вибірках точність ідентифікації моделі типу Сугено вище, ніж для моделі типу Мамдані. Однак після навчання модель типу Мамдані залишається прозорою: її параметри – функції приналежності – легко інтерпретуються лінгвістичними термами.

Ідентифікація за допомогою нечіткого логічного висновку є ефективним методом побудови моделей нелінійних залежностей.

У моделі типу Сугено виникають труднощі із змістовною інтерпретацією параметрів нечіткої моделі та з поясненням логічного висновку. З моделлю типу Мамдані таких труднощів не виникає, її параметри і після навчання легко інтерпретуються змістовно. Процедура нечіткого логічного висновку в моделі типу Мамдані інтуїтивно зрозуміла і замовникам нечітких моделей. Тому для завдань, де більш важлива точність

ідентифікації, доцільним буде використання нечітких моделей типу Сугено, а для задач, де більш важливим є пояснення, обґрунтування прийнятого рішення, будуть мати переваги нечіткі моделі типу Мамдані.

Модель Сугено, побудована на основі нечіткої логіки являє собою ефективний засіб відображення невизначеностей та потужний математичний інструмент, що істотно підвищує точність результатів, і як наслідок знижує похибку при розрахунках.

Переваги та недоліки моделей Мамдані та Сугено наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Переваги та недоліки моделей Мамдані та Сугено

Тип моделі	Мамдані	Сугено
Прозорість моделі	+	–
Зрозумілість замовникам	+	–
Точність ідентифікації	Вища точність при малих навчальних вибірках	Вища точність при великих вибірках
Пояснення, обґрунтування прийнятого рішення	+	–

На нашу думку для процесів моделювання збирально-транспортних процесів врожаю пшениці з врахуванням погодно-кліматичних умов доречно використовувати апарат нечіткої логіки. Його переваги наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Переваги використання теорії нечіткої логіки при моделюванні збирально-транспортних процесів

Риси, які характерні збирально-транспортним процесам під час збирання врожаю пшениці	Переваги
Висока динаміка та мінливість зовнішніх умов та стану збирально-транспортного процесу	Можливість адаптації до умов, що змінюються
Неповнота та нечіткість даних через їх велику кількість та погану визначеність параметрів збирально-транспортного процесу	Можливість роботи в умовах неповноти інформації та невизначеності
Процес збирання врожаю пшениці суттєво залежить від погодно-кліматичних умов, які є непередбачуваними та можуть змінювати його перебіг	Прийняття до уваги рішень експертів (експертних оцінок)

В даній роботі обґрунтована доцільність застосування апарату нечіткої логіки у сільському господарстві, зокрема під час планування, організації та управління збирально-транспортними процесами збору врожаю пшениці. На особливу увагу заслуговує алгоритм Мамдані.

Отже, з метою підвищення ефективності збирально-транспортних процесів, їх планування, організація та управління повинні ґрунтуватись на сучасних наукових підходах. При цьому необхідність застосування та використання теорії нечіткої логіки у даних процесах сільського господарства заснована на:

- великій кількості невідомих;
- складності процесів;
- складності встановлення кількісних залежностей між параметрами, що впливають на процес керування;
- можливості формулювання експертних знань про об'єкт (процес) тільки у вербальному вираженні;

- оперативному обліку багатьох суперечливих параметрів;
- створенні більш простої математичної моделі, що відповідає практичному застосуванню.

Висновки:

1. За результатами дослідження було встановлено, що нечітка логіка є результативною при наявності складного об'єкта керування, інформація про поведінку якого є стохастичною та невизначеною. Саме до таких об'єктів належать збирально-транспортні процеси збору врожаю пшениці.

2. Обґрунтовано застосування апарату нечіткої логіки у процесах збирально-транспортних робіт, який є одним з методів нівелювання невизначеності.

3. Визначено, що для моделювання процесів збирально-транспортних робіт найбільш доцільно використовувати алгоритм Мамдані.

4. Застосування алгоритму Мамдані може бути використано в якості основи для моделювання складних систем у сільському господарстві.

Література:

1. Домуші Д.П. Порівняння технологій збирання зернових культур по складу техніки та експлуатаційним витратам / Д.П. Домуші, П.Д. Устюянов, С.С. Житков // Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки. – 2015. – Вип. 78. – С. 92-98.
2. Музильов Д.О. Основні проблеми вибору раціональної транспортно-технологічної схеми перевезення зернових культур / Д.О. Музильов, О.Є. Стебаков // Збірник тез доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання». – Кіровоград: КНТУ, 2014. – 261 с.
3. Курносів А.П. Оптимизация состава грузового автомобильного транспорта и его использование в сельскохозяйственных предприятиях: монография / А.П. Курносів, А.В. Улезько, С.А. Кулев, А.Н. Черных, С.В. Ломакин, А.А. Казанцев. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. – 218 с.
4. Кузнецов И.М., Макеев М.В. Методология разработки и внедрения информационной системы оперативного управления сельскохозяйственным производством в регионе. Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК в соответствии с задачами Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы («ИНФОРМАГРО-2008»). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 512 с.
5. Инюшкина О. Г. Исследование систем управления при проектировании информационных систем: учебное пособие / О.Г. Инюшкина, В.М. Кормышев. – Екатеринбург: «Форт-Диалог Исеть», 2013. – 370 с.
6. Стельмашук А.М. Раціональне транспортне обслуговування сільськогосподарських підприємств / А.М. Стельмашук // Науково-виробничий журнал «Інноваційна економіка». – 2015. – 1'2015. С. 47-54.
7. Кудрицька Ж.В. Моделювання в управлінні відновлювальними процесами АПК // «Молодий вчений». – 2017. – № 3 (43). С. 701-705.
8. Польовий А.М. Основи агрометеорології: Підручник / Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Одеський державний екологічний університет – Одеса: Видавництво ТЕС, 2012. – 250 с.
9. Сулейменов Т.Б. Транспортная логистика (I часть): Учебник / Т.Б. Сулейменов, М.И. Арпабеков, – Астана, 2012. – 211 с.
10. Ільчук М.М. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник / М.М. Ільчук Л.Я., Зрібняк та ін. – К.: 2007. – С. 784.

11. Глухова І.Ю. Транспортна агрологістика – один з напрямів інноваційного управління на сільськогосподарських підприємствах/ І.Ю. Глухова // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: збірник наукових праць: у 3-х т. / ПДТУ. – Маріуполь, 2011. – Т. 1. – С. 167 – 172.
12. Вербицький В.В. Разработка модели прогнозирования объемов производства сельскохозяйственной продукции / В.В. Вербицкий, Ю.В. Клебан // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: материалы VII Международной молодежной научно-практической конференции, УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, 10 апреля 2013 г.: в 2-х чч. Ч. 2. – Пинск: ПолесГУ, 2013. – С. 125-127.
13. Селякова С. М. Розв'язання задачі розподілу збиральної техніки по полям методами штучного інтелекту / С. М. Селякова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2010. – № 1. – С. 91–95.
14. Михайлова В.Л. Использование экономико-математических методов и моделей для повышения эффективности использования инновационных агротехнологий/ В.Л. Михайлова // Научный альманах. – 2015. – № 10-1 (12). С. 256-258.
15. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: Горячая линия - Телеком, 2004. – 143 с.
16. Киркин А.П. Распределение вагонопотоков предприятий по фронтам погрузки-выгрузки с использованием методов искусственного интеллекта / А.П. Киркин, Т.Ю. Киркина // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. – 2016. – Вип. 33. – С. 179-186.
17. Кириченко Г.І. Інтелектуальна система управління процесом доставки вантажу / Г. І. Кириченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 5 (114). – С. 3-6.
18. Шепитько Т.В. Математические модели и методы инженерных расчетов на ЭВМ: Учебное пособие / Т.В. Шепитько, А.И. Гасанов, В.А. Бучкин. – М.: МИИТ, 2004. – 222 с.
19. Домаскіна М.А. Теоретичні аспекти застосування теорії нечітких множин в економіці / М.А. Домаскіна // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2013. – Вип. 2(72). – С. 29-34.
20. Штовба С.Д. Идентификация нелинейных зависимостей с помощью нечеткого логического вывода в системе MATLAB // Exponenta Pro: Математика в приложениях. – 2003. – №2. – С. 9 – 15.

Summary

Medvediev Ie., Lebid I., Eliseyev P. Rationale for Fuzzy Logic Toolbox applying in transport processes for wheat harvesting

Rationale for fuzzy logic toolbox applying in transport processes for wheat harvesting is presented. The application of the Mamdani fuzzy logic toolbox in agriculture, in particular in the planning, organization and management of harvesting and transport processes for wheat harvesting.

Keywords: Fuzzy Logic, harvesting campaign, harvesting and transport processes, Saaty Analytic Hierarchy Process, Mamdani type fuzzy model, Sugeno type fuzzy model.

References

1. Domushhi D.P. Porivnjannja tehnologij zbyrannja zernovyh kul'tur po skladu tehniky ta ekspluatacijnym vytratam / D.P. Domushhi, P.D. Ustujanov, C.S. Zhytkov // Agrarnyj visnyk Prychornomor'ja. Tehnichni nauky. – 2015. – Vyp. 78. – S. 92-98.

2. Muzyl'ov D.O. Osnovni problemy vyboru racional'noi' transportno-tehnologichnoi' shemy perevezennja zernovyh kul'tur / D.O. Muzyl'ov, O.Je. Stebakov // Zbirnyk tez dopovidej VIII Vseukrai'ns'koi' naukovo-praktychnoi' konferencii' studentiv ta aspirantiv «Pidvyshhennja nadijnosti mashyn i obladnannja». – Kirovograd: KNTU, 2014. – 261 s.
3. Kurnosov A.P. Optimizacija sostava gruzovogo avtomobil'nogo transporta i ego ispol'zovanie v sel'skohozjajstvennyh predprijatijah: monografija / A.P. Kurnosov, A.V. Ulez'ko, S.A. Kulev, A.N. Chernyh, S.V. Lomakin, A.A. Kazancev. – Voronezh: FGOU VPO Voronezhskij GAU, 2009. – 218 s.
4. Kuznecov I.M., Makeev M.V. Metodologija razrabotki i vnedrenija informacionnoj sistemy operativnogo upravlenija sel'skohozjajstvennym proizvodstvom v regione. Nauchno-informacionnoe obespechenie innovacionnogo razvitija APK v sootvetstvii s zadachami Gosudarstvennoj programmy razvitija sel'skogo hozjajstva i regulirovanija rynkov sel'skohozjajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stvija na 2008-2012 gody («INFORMAGRO-2008»). – M.: FGOU «Rosinformagroteh», 2009. – 512 s.
5. Injushkina O. G. Issledovanie sistem upravlenija pri proektirovanii informacionnyh sistem: uchebnoe posobie / O.G. Injushkina, V.M. Kormyshev. – Ekaterinburg: «Fort-Dialog Iset'», 2013. – 370 s.
6. Stel'mashhuk A.M. Racional'ne transportne obslugovuvannja sil'skogospodars'kih pidpriemstv / A.M. Stel'mashhuk // Naukovo-virobnichij zhurnal «Innovacijna ekonomika». – 2015. – 1'2015. S. 47-54.
7. Kudric'ka Zh.V. Modeljuvannja v upravlinni vidnovljuval'nimi procesami APK // «Molodij vchenij». – 2017. – № 3 (43). S. 701-705.
8. Pol'ovij A.M. Osnovi agrometeorologii: Pidručnik / Pol'ovij A.M., Bozhko L.Ju., Vol'vach O.V. Odes'kij derzhavnij ekologichnij universitet – Odesa: Vidavnictvo TES, 2012. – 250 s.
9. Sulejmenov T.B. Transportnaja logistika (I chast'): Uchebnik / T.B. Sulejmenov, M.I. Arpabekov, – Astana, 2012. – 211 s.
10. Il'chuk M.M. Organizacija i planuvannja sil'skogospodars'kogo vyrobnyctva: Pidručnyk / M.M. Il'chuk L.Ja., Zribnjak ta in. – K.: 2007. – 784 s.
11. Gluhova I.Ju. Transportna agrologistyka – ody z naprjamiv innovacijnogo upravlinnja na sil'skogospodars'kyh pidpryjemstvah/ I.Ju. Gluhova // Teoretychni i praktychni aspekty ekonomiky ta intelektual'noi' vlasnosti: zbirnyk naukovykh prac': u 3-h t. / PDTU. – Mariupol', 2011. – T. 1. – S. 167 – 172.
12. Verbic'kij V.V. Razrabotka modeli prognozirovannja ob'emov proizvodstva sel'skohozjajstvennoj produkcii / V.V. Verbic'kij, Ju.V. Kleban // Nauchnyj potencial molodezhi – budushhemu Belarusi: materialy VII Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, UO «Poleskij gosudarstvennyj universitet», g. Pinsk, 10 aprelja 2013 g.: v 2-h chch. Ch. 2. – Pinsk: PolesGU, 2013. – S. 125-127.
13. Seljakova S. M. Rozv'jazannja zadachi rozpodilu zbyral'noi' tehniky po poljam metodamy shtuchnogo intelektu / S. M. Seljakova // Radioelektronni i komp'juterni systemy. – 2010. – № 1. – S. 91–95.
14. Mihajlova V.L. Ispol'zovanie jekonomiko-matematicheskikh metodov i modelej dlja povyshenija jeffektivnosti ispol'zovanija innovacionnyh agrotehnologij/ V.L. Mihajlova // Nauchnyj al'manah. – 2015. – № 10-1 (12). S. 256-258.
15. Uskov A.A., Kuz'min A.V. Intellektual'nye tehnologii upravlenija. Iskusstvennye nejronnye seti i nechjotkaja logika.– M.: Gorjachaja linija - Telekom, 2004. – 143 s.
16. Kirkin A.P. Raspredelenie vagonopotokov predpriyatij po frontam pogruzki-vygruzki s ispol'zovaniem metodov iskusstvennogo intelekta / A.P. Kirkin, T.Ju. Kirkina / Visnyk Pryazov'skogo derzhavnogo tehničnogo universytetu. Serija : Tehnični nauky. – 2016. – Vyp. 33. – S. 179-186.

17. Kyrychenko G.I. Intel'ektual'na systema upravlinnja procesom dostavky vantazhu / G. I. Kyrychenko // Informacijno-kerujuchy systemy na zaliznychnomu transporti. – Harkiv: UkrDUZT, 2015. – Vyp. 5 (114). – S. 3-6.
18. Shepit'ko T.V. Matematicheskie modeli i metody inzhenernyh raschetov na JeVM: Uchebnoe posobie / T.V. Shepit'ko, A.I. Gasanov, V.A. Buchkin. – M.: MIIT, 2004. – 222 s.
19. Domaskina M.A. Teoretychni aspekty zastosuvannja teorii' nechetkyh mnozhyn v ekonomici / M.A. Domaskina // Visnyk agrarnoi' nauky Prychornomor'ja. – 2013. – Vyp. 2(72). – S. 29-34.
20. Shtovba S.D. Identifikacija nelinejnyh zavisimostej s pomoshh'ju nechetkogo logicheskogo vyvoda v sisteme MATLAB // Exponenta Pro: Matematika v prilozenijah. – 2003. – №2. – S. 9 – 15.