

## Polish journal of science

**POLISH JOURNAL OF SCIENCE**

№14 (2019)

VOL. 1

ISSN 3353-2389

**Polish journal of science:**

- has been founded by a council of scientists, with the aim of helping the knowledge and scientific achievements to contribute to the world.
- articles published in the journal are placed additionally within the journal in international indexes and libraries.
- is a free access to the electronic archive of the journal, as well as to published articles.
- before publication, the articles pass through a rigorous selection and peer review, in order to preserve the scientific foundation of information.

Editor in chief – J an Kamiński, Kozminski University

Secretary – Mateusz Kowalczyk

Agata Żurawska – University of Warsaw, Poland

Jakub Walisiewicz – University of Lodz, Poland

Paula Bronisz – University of Wrocław, Poland

Barbara Lewczuk – Poznan University of Technology, Poland

Andrzej Janowiak – AGH University of Science and Technology, Poland

Frankie Imbriano – University of Milan, Italy

Taylor Jonson – Indiana University Bloomington, USA

Remi Tognetti – Ecole Normale Supérieure de Cachan, France

Bjørn Evertsen – Harstad University College, Norway

Nathalie Westerlund – Umea University, Sweden

Thea Huszti – Aalborg University, Denmark

Aubergine Cloez – Université de Montpellier, France

Eva Maria Bates – University of Navarra, Spain

Enda Baciú – Vienna University of Technology, Austria

Also in the work of the editorial board are involved independent experts

1000 copies

**POLISH JOURNAL OF SCIENCE**

Wojciecha Górskiego 9, Warszawa, Poland, 00-033

email: [editor@poljs.com](mailto:editor@poljs.com)

site: <http://www.poljs.com>

# CONTENT

## ARCHITECTURE

**Tetior A.**

ECOLOGICAL COMFORTABLE BUILT .  
ENVIRONMENT .....3

## BIOLOGICAL SCIENCES

**Kanaev A.T., Suiessinova Zh.S.**

SPECIES DIVERSITY OF VEGETATION IN THE ASH  
DUMP OF THE HEAT AND POWER STATION-2 IN  
ALMATY .....8

## CHEMICAL SCIENCES

**Guseva E.V., Potapova A.V.**

SIMULATION OF THE MECHANISM OF THE REACTION  
OF HOMOGENEOUS DEHYDROGENATION OF FORMIC  
ACID IN THE PRESENCE OF A COMPLEX COMPOUND  
RH(III) WITH P-FUNCTIONALIZED CALIX [4]  
RESORCINE .....12

## MEDICAL SCIENCES

**Nosatovsky I.A.**

THE REMOTE PERIOD OF MANGANESE  
ENCEPHALOPATHY AT CONSUMERS OF HANDICRAFT  
DRUGS .....20

## PHARMACEUTICAL SCIENCES

**Sagindykova B.A., Tynys T.O.**

TECHNOLOGY FOR OBTAINING LYOPHILIC EXTRACTS  
OF CHAMOMILE OFFICINALIS, SALVIA OFFICINALIS,  
OAK BARK AND EVALUATION OF THEIR QUALITY .....26

## PHYSICS AND MATHEMATICS

**Volinskya M.**

ABOUT THE SOLUTION OF THE PROBLEM FOR A  
HYPERBOLIC EQUATION OF THE SECOND KIND WITH  
AN INTEGRAL CONDITION .....31

## TECHNICAL SCIENCES

**Batyrgaliyev A.B., Smailov N.K.**

REVIEW OF METHODS OF QUALITY ASSESSMENT OF  
MASKING NOISE .....33

**Kachala V.V.**

SYSTEM ANALYSIS OF PROBLEM SITUATIONS.....37

**Pikuliak M.V.**

APPLICATION OF VEHICLE FUZZY IS SETS IS FOR THE  
CONSTRUCTION OF MODEL OF THE ADAPTIVE  
EDUCATIONAL SYSTEM .....39

**Sidorenko A.V.**

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF MINIMIZING  
PRODUCTION NOISE.....44

**Kvasnikov V., Kotetunov V., Komisarenko O.**

FLEXIBLE AGILE METHODOLOGY .....48

преодолен на основе собственных ресурсов системы.

Для выведения системы из кризисного состояния возможны два пути: либо ресурсная поддержка функционирования системы, либо вмешательство вовнутрь системы: изменение ее параметров и/или структуры.

В случае сложных самоорганизующихся систем типа экономических, социальных, биологических и других иногда возможно «самовыздоровление», когда нет возможности извне помочь системе, и остается только наблюдать и надеяться (большой, для выздоровления которого испробованы все лекарства и процедуры, самолет в пике). Система находит внутренние резервы и происходит «чудо» – система со временем сама восстанавливает свою устойчивость.

#### **Катастрофа**

*Катастрофа* характеризуется очень быстрым развитием кризиса, переходом системы в неуправляемый режим, когда не остается времени на выработку адекватных управляющих воздействий.

#### **Заключение**

Таким образом, проблемное состояние, возникающее в объекте, может быть задачей, проблемой, кризисом или катастрофой. Причем объект может перманентно переходить из одного состояния в более критическое, если своевременно не предприниматься никаких действий, или «самовылечивается», что характерно для гомеостатических систем.

Задача становится проблемой, если у нас нет запаса ресурсов; проблема становится кризисом, если неверно спроектирована система управления; кризис оборачивается катастрофой, если заранее не разработана система реагирования на риски.

#### **Литература**

1. Качала В.В. Общая теория систем и системный анализ. М. : Горячая линия Телеком. 2017. 432с.
2. Эшби У. Росс. Введение в кибернетику. М. : Либроком, 2009. 432 с.

### **ЗАСТОСУВАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ АДАПТИВНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

*Пікуляк М.В.*

*Кандидат технічних наук*

*Прикарпатський національний університет імені В.Стефаніка  
Івано-Франківськ, Україна*

### **APPLICATION OF VEHICLE FUZZY IS SETS IS FOR THE CONSTRUCTION OF MODEL OF THE ADAPTIVE EDUCATIONAL SYSTEM**

*Pikuliak M.V.*

*Candidate of Technical Sciences*

*Vasyl Stefanyk Precarpathian National University  
Ivano-Frankivsk, Ukraine*

#### **Анотація**

Проведено аналіз методів та інструментальних засобів розробки навчальних систем із застосуванням теорії нечітких множин. Побудовано нечітку модель адаптивної навчальної системи на основі сценарного методу.

Використано метод ієрархічної кластеризації для побудови групування студентів та визначення номера навчального режиму. Виконано моделювання запропонованої інформаційної технології в середовища Fuzzy Logic Toolbox програмного комплексу Matlab.

#### **Abstract**

The analysis of methods and tools of development educational is systems was conducted with application theory of unclear plurals. The unclear model of the adaptive educational system was built on the basis of scenario method. The method of hierarchical clusterization was used for the construction of grouping of students and determination of number of the training mode. The design of the offered information technology was executed in the environments of Fuzzy Logic Toolbox programmatic complex Matlab.

**Ключові слова:** нечіткі множини, адаптивна навчальна система, інформаційна технологія, сценарний метод, навчальний режим.

**Keywords:** fuzzy sets, adaptive educational system, information technology, scenario method, training mode.

#### **1. Вступ**

Використання новітніх програмних середовищ для створення сучасних адаптивних навчальних систем забезпечує можливість не тільки досягнення високого ступеня засвоєння матеріалу, але і дозволяє забезпечити підвищення інтелектуального рівня студента.

В основі побудови будь-якої системи лежить певна інформаційна технологія, яка дозволяє використовувати в процесі її розробки різного роду моделі, методи, алгоритми та інструментальні засоби.

На сьогодні відомі різноманітні методи та алгоритми інтелектуального аналізу даних, що є придатними для вирішення конкретних завдань [1]:

- дерева рішень та символні правила класифікації і прогнозування;
- штучні нейронні мережі;
- карти Кохонена (як спеціальний тип штучних нейронних мереж);
- статистичні методи, серед яких байєсівські мережі, кореляційний, регресійний та дисперсний аналізи, лінійна та нелінійна регресія;
- ієрархічні та неієрархічні (ітераційні) методи кластерного аналізу;
- методи найближчого і k-найближчого сусіда;
- генетичні алгоритми та еволюційне програмування;
- метод опорних векторів.

Але слід відмітити, що більшість відомих навчальних систем, розроблених на основі названих вище методів та алгоритмів представляють собою освітні продукти, орієнтовані в основному на надання користувачам швидкого доступу до навчального контенту (представленого в текстовій, графічній та мультимедійній формі). Такі навчальні системи виступають в більшості як засоби тестування та ведення журналів контролю успішності, а також засобами спілкування в мережі.

Тому в даній роботі досліджуються особливості застосування інформаційної технології побудови навчальної системи на основі використання методів теорії нечіткої логіки, яка дозволяє реалізувати адаптивний механізм управління навчальним процесом та забезпечити підвищення якості освіти.

## 2. Аналіз інструментальних засобів розробки систем, побудованих на методах теорії нечіткої логіки

Проведений аналіз побудови навчальних інтелектуальних систем свідчить про те, що методи теорії нечіткої логіки використовуються сьогодні в багатьох напрямках застосування інформаційних технологій, а для реалізації систем підтримки прийняття рішень розробниками використані різноманітні інструментальні засоби.

Зокрема, в [2] для дослідження моніторингу освітнього процесу вузу авторами запропоновано підхід із використанням «лінгвістичних» змінних, відношення між якими описуються за допомогою нечітких висловлювань і нечітких алгоритмів. Основними показниками ефективності діяльності викладача в даній системі є показники міцності, глибини і усвідомленості знань учнів, які і визначають якість освіти.

В [3] автором розроблено інтелектуальну систему дистанційного навчання, в якій оцінка знань проводиться за допомогою адаптивного тестування та базується на методах і алгоритмах нечіткої логіки, що дозволяють для кожного рівня складності матеріалу використовувати відповідний набір тестових питань. Це дозволяє зробити процес навчання більш гнучким, врахувати індивідуальні особливості і підвищити точність оцінки знань студента.

В [4] наводиться приклад інтелектуальної експертної системи дистанційного навчання на основі

штучних імунних систем, яка дозволяє в залежності від приналежності учня до певної групи, оцінити його інтелектуальний потенціал і відповідно до нього оперативно надати індивідуальну програму навчання. Групи визначаються експертами відповідно до отриманого рівня знань, практичних навиків, творчих здібностей і т. д.

В [5] автори досліджують підхід до проектування інтелектуальних систем дистанційного навчання на основі правил і технологій виведення, заснованих на прецедентах. У дану систему може бути закладена сукупність правил, згідно з якими на підставі вхідних даних генерується висновок щодо адекватності запропонованої моделі.

Аналіз досліджень розробки навчальних систем на основі методів нечіткої логіки показав, що це новий і актуальний напрямок в науці, який потребує подальшого дослідження. Тому в цій роботі досліджуються особливості побудови адаптивної системи із використання теорії нечіткої логіки на основі прецедентного підходу. Але, на відміну від запропонованого методу виведення, заснованого на правилах в [5], в роботі з метою обробки матриці прецедентів використаний кластерний аналіз. Це дозволяє не тільки віднести студента до окремої групи, але й оцінити його інтелектуальний потенціал та у відповідності з ним коригувати навчальний процес, забезпечивши адаптивною індивідуальною програмою навчання відповідно до запропонованого системою сценарного рішення.

## 3. Побудова нечіткої моделі навчальної системи

Під час засвоєння студентом нової порції знань (кванта інформації) його стан в момент часу  $t$  представимо у вигляді  $Y(t) = (M, K_n(t))$ ,

де  $M$  – модель студента, що описується параметрами, які відображають ступінь вивчення кванта інформації;

$K_n(t)$  – кількість квантів інформації, вивчених за час  $t$ .

Позначимо через  $Y(t), Y(t+1)$  – стан студента до та після взаємодії із системою. Адаптивну взаємодію системи із студентом визначимо як  $U(t) = (H_k(t))$ , де  $H_k(t)$  – послідовність навчальних кроків.

Для оцінки результатів навчання побудуємо множину класів станів студента відповідно до критеріїв  $Q = \{Q_l, Q_{pr}\}$ , де  $Q_l$  – клас, до якого відноситься стан студента після сеансу навчання;  $Q_{pr}$  – клас, якого можна було досягти за прогнозом навчальної системи.

Результатом навчання будемо називати функцію  $I(t) = IP\{Q_l, Q_{pr}\}$ , де  $IP\{Q_l, Q_{pr}\}$  – функція оцінки якості навчання.

Таким чином, окреме сценарне рішення (прецедент) представляє собою наступний набір даних:  $PR(t) = (Y(t), U(t), Y(t+1), I(t))$ .

В основу дослідження моделі студента в роботі

покладено аналіз 5-ти параметрів  $P_i$  ( $P_1$  – загальний рівень засвоєння навчального матеріалу;  $P_2$  – глибина знань;  $P_3$  – ступінь засвоєння матеріалу;  $P_4$  – якість засвоєння матеріалу;  $P_5$  – час, витрачений на навчання), числові значення яких отримуємо із студентського модуля [6].

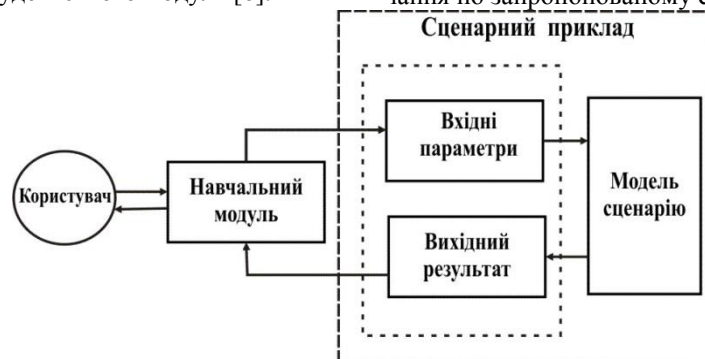


Рис.1. Представлення сценарного прикладу в моделі навчальної системи

Тоді, кожний прецедент представимо предикатним правилом:

ЯКЩО  $P_1$  і  $P_2$  і ...  $P_i$ , ТО  $R_k$ ,

де  $P_i$  – студентські параметри,  $R_k$  – номер відповідного режиму ( $R_1$  – режим перенавчання,  $R_2$  – режим донавчання,  $R_3$  – режим навчання) [7].

Оскільки, для теорії нечітких множин ключовим поняттям є поняття нечіткої множини, яка характеризується функцією приналежності, то будемо вважати, що, кожен з параметрів студентської моделі  $P_i$  приймає значення з множини  $\{H, C, B\}$ , що визначена на проміжку  $[0..1]$  ( $H \rightarrow$  «низький» –  $[0..0,4)$ ,  $C \rightarrow$  «середній» –  $[0,4..0,8)$  та  $B \rightarrow$  «високий» –  $[0,8..1]$  відповідно).

Тому, застосувавши теорію нечітких множин, кожен прецедент представимо як кон'юнкцію відповідних висловлювань, а в якості функції приналежності буде виступати функція вибору режиму навчання з відповідним коефіцієнтом достовірності.

Наприклад, запис

$$P_1 | C : P_2 | B : P_3 | B : P_4 | C : P_5 | H : R_1 (\rightarrow) = 0.4$$

означає, що при значенні параметра  $P_1 = C$  і  $P_2 = B$  і  $P_3 = B$  і  $P_4 = C$  і  $P_5 = H$  ймовірність вибору режиму перенавчання  $R_1 = 0.4$ .

Запропонована модель сценарного рішення дозволяє також врахувати семантичну невизначеність оцінки системою рівня засвоєння навчальних квантів і тим самим адаптувати систему навігації навчального контенту адекватно до якісної неточної характеристики рівня знань студента.

#### 4. Розробка методу групування студентів

Дані параметри використовуються для побудови бази сценарних прикладів, кожен з яких являє собою окреме прецедентне рішення, подане у вигляді математичної моделі, що відображає відношення між можливими вхідними значеннями студентських параметрів та вихідним результатом, який відображає ймовірність продовження навчання по запропонованому сценарію (рис. 1).

Беручи до уваги те, що в основу дослідження моделі студента в роботі покладено аналіз 5-ти параметрів  $P_i$ , кожен з яких приймає значення з множини  $\{H, C, B\}$ , то загальна кількість можливих прецедентів  $N$  дорівнює:  $N = 3^5 = 243$ . Це значення отримано на основі комбінаторного принципу добутку про кількість заповнення 5-ти місць трьома елементами.

З метою проведення кластеризації прецедентних рішень запропонований метод ієрархічної кластеризації [8], який дозволяє реалізувати групування множини запропонованих сценарних прикладів у класи-кластери так, щоб елементи у кожному класі були найбільш подібними за значеннями параметрів  $P_i$  студентської моделі, а відмінність з елементами інших класів була суттєвою.

Застосування методу ієрархічної кластеризації дозволяє побудувати ієрархію кластерів за наступним алгоритмом, ключовим елементом якого є визначення найближчої пари кластерів, тобто вибір критерію схожості:

1) оскільки кожен з параметрів  $P_i$  визначений на множині  $\{H, C, B\}$ , то спочатку згідно із обраним алгоритмом для кожної комбінації  $P_i$  з'являється свій власний кластер;

2) потім, для визначення міри схожості із використанням метрики Евкліда [9] обчислюють середню різницю  $d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (P_{ik} - P_{jk})^2}$  та на основі аналізу відстані між елементами  $P_i$  підраховують середню різницю між різними параметрами відстаней значень параметрів  $P_i$ ;

3) після цього два найближчих кластера об'єднуються в один і так далі, поки не буде сформовано один загальний кластер.

В результаті застосування обраного методу було виділено 21 базовий прецедент та виконано групування по 5 категоріях (табл. 1):

Таблиця 1

Групування студентів з прив'язкою до режиму навчання

№ п.п.	Група	$H + C + B = 5$	Ймовірність вибору режиму		
			$R_1$	$R_2$	$R_3$
1	1	5 0 0	0,9	0,05	0,05
2		4 1 0	0,8	0,1	0,1
3		3 2 0	0,6	0,3	0,1
4		2 3 0	0,3	0,6	0,1
5		4 0 1	0,8	0,1	0,1
6	2	3 1 1	0,6	0,2	0,2
7		2 2 1	0,4	0,4	0,2
8		2 1 2	0,4	0,2	0,4
9		1 4 0	0,1	0,8	0,1
10	3	1 3 1	0,2	0,6	0,2
11		0 5 0	0,05	0,9	0,05
12		0 4 1	0,1	0,8	0,1
13	4	0 3 2	0,1	0,6	0,3
14		1 1 3	0,2	0,2	0,6
15	5	1 2 2	0,2	0,4	0,4
16		0 0 5	0,05	0,05	0,9
17		0 1 4	0,1	0,1	0,8
18		1 0 4	0,1	0,1	0,8
19	6*	0 2 3	0,1	0,3	0,6
20		3 0 2	0,05	0,05	0,05
21		2 0 3	0,05	0,05	0,05

\* – клас неіснуючих (аномальних) прецедентів.

Таблиця показує, які конфігурації значень параметрів  $P_i$  описують окрему групу. Наприклад в третю групу входять прецеденти, що характеризують середній рівень засвоєних квантів, оскільки тут немає ні одного параметра із множини  $H$ , проте можливі значення із множини  $C$  і  $B$ , але максимально може бути тільки два параметра із множини  $B$ .

Побудоване групування на основі 5-ти категорій дозволяє спростити подальшу обробку даних і прийняття рішень, застосовуючи до кожного кластеру навчальну траєкторію, пов'язану із повторенням чи поглибленням вивчення незасвоєних порцій знань. Це дає можливість системі управляти найбільш типовими ймовірнісними переходами студента по навчальних режимах.

Таким чином, розробнику курсу достатньо сформулювати набір груп (класів) студентів та описати навчальні стани на кожному етапі навчання. Після цього система на основі аналізу поточних результатів автоматично вибудує навчальну траєкторію відповідно до визначеного режиму навчання. Відповідно, навчальний модуль сформує набір квантів інформації та навчальні дії, необхідні для забезпечення переходу студента до наступної групи.

### 5. Результати досліджень

В роботі для моделювання навчальної траєкторії студента використано модуль Fuzzy Logic Toolbox програмного комплексу Matlab, використання якого дозволяє на основі запропонованої моделі із застосуванням нечіткої кластеризації прецедентів змодельовати визначення номера навчального режиму, продовження навчання по якому дозволить студенту перейти у вищий клас (групу) побудованої кластеризації.

Результати роботи наведено на рис. 2.

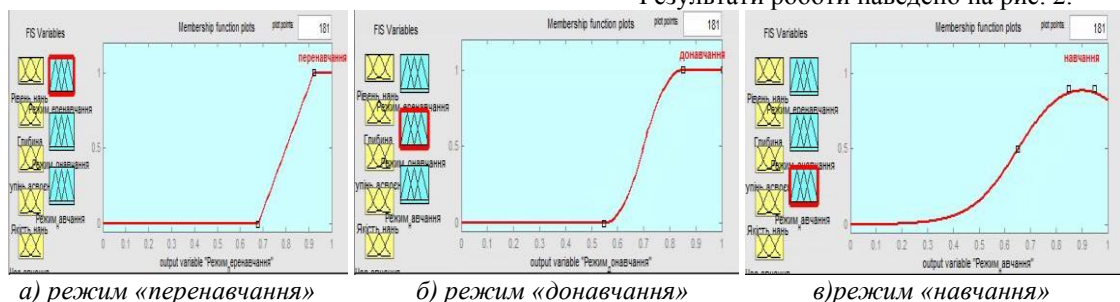


Рис.2. Графічне представлення функції належності

Оскільки антецедент і консеквент побудованих в роботі правил задані нечіткими множинами («низький», «середній», «високий»), то прецеденти у вигляді логічних правил реалізовані на основі нечітких моделей Mamdani, що дозволяє при отриманні вхідних сигналів генерувати коректні вихідні сигнали.

Перевагою Fuzzy Logic Toolbox є те, що для підвищення точності нечіткої моделі навчають, тобто ітераційно можна змінювати її параметри для мінімізації чи максимізації відхилення результатів логічного висновку від експериментальних даних. Процедура визначення ступеня істинності умов по кожному з правил системи нечіткого виводу наведено на рис. 3:

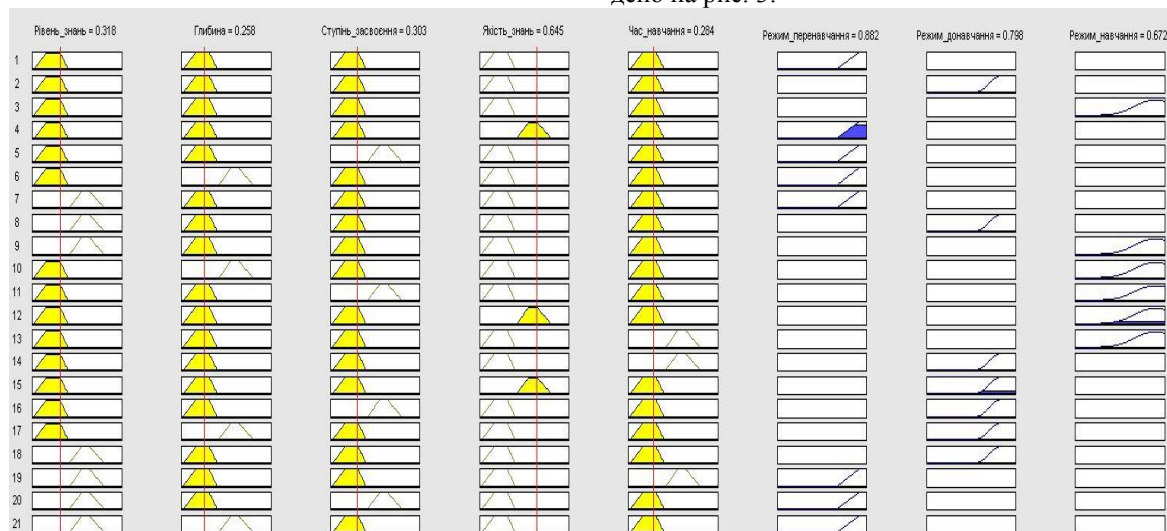


Рис. 3. Нечіткі продукційні правила на основі вхідних змінних

Для візуалізації результати досліджень, а саме поверхню значень залежності виходу нечіткої системи від вхідних значень зображено на рис.4:

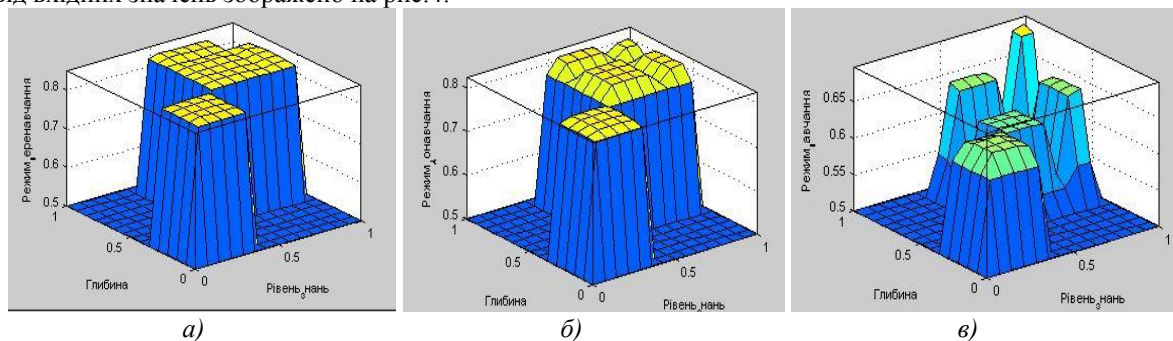


Рис. 4.

Поверхні значень залежності виходу кожного із режимів від вхідних значень «рівень знань» і «глибина»

Як видно з результатів роботи нечіткої системи, графічні засоби Fuzzy Logic Toolbox дозволяють інтерактивно відстежувати особливості поведінки студента при різних значеннях параметрів  $P_i$  студентської моделі. Тому, використовуючи цей інструментарій на основі логічних правил можна моделювати різні шляхи поведінки студента, а потім реалізувати ці правила в нечіткій системі логічного висновку.

## 6. Висновки

Запропонована інформаційна технологія на основі методів нечіткої логіки дозволяє реалізувати в системі дистанційної освіти адаптивний механізм побудови індивідуальних навчальних траєкторій. Це дає можливість вдосконалити модель студента та процес навчання завдяки покращеному механізму адаптації поточного рівня знань студента до су-

купності інформаційних квантів навчального курсу, що забезпечує підвищення якості дистанційної освіти.

Розроблено групування студентів із застосуванням методу ієрархічної кластеризації та побудовано алгоритм визначення найближчої пари кластерів із використанням критерію схожості. Це дозволяє реалізувати в системі автоматичне управління найбільш типовими ймовірнісними переходами студентських груп по навчальних режимах.

Використання середовища Fuzzy Logic Toolbox програмного комплексу Matlab дозволило провести аналіз розроблених нечітких продукційних правил, що дало можливість підтвердити працездатність роботи нечіткої системи.

**Література**

1. Han J., Kamber M. Data Mining: Concepts and Techniques. – M., Pei, J. – Elsevier Inc., 3rd Edition, 2012. – 740 p.
2. Мелихова О. А., Мелихова З. А. Использование нечеткой математики при моделировании систем искусственного интеллекта // Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР»: в 2 т. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2007. – С. 113–119.
3. Попов Д. И. Проектирование интеллектуальных систем дистанционного образования // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2001. – Т. 22. – № 4. – С. 325–332.
4. Самигулина Г. А. Интеллектуальная экспертная система дистанционного обучения на основе искусственных иммунных систем // Проблемы информатики. – 2007. – вып. 9 (43). – С. 1019–1024.
5. Интеллектуальная образовательная среда дистанционного обучения / С. В. Астанин [и др.] //

Новости искусственного интеллекта. – М., 2003. – № 1.

6. Федорук П. І., Масловський С. М. Адаптивна передача знань із використанням багатопараметричної моделі студента // Науковий вісник Чернівецького національного університету. Серія: Комп'ютерні системи та компоненти. – Чернівці: ЧНУ, 2011. – Т. 2, вип. 2. – С. 91–96.

7. Пікуляк М. В. Застосування теорії мультимножин для формування індивідуального квантового набору навчального контенту // Математичні машини і системи. – 2014. – № 3. – С. 96–103.

8. Clusterization [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pzs.dstu.dp.ua/DataMining/cluster/index.html>

9. Bergmann R. Experience Management // Lecture notes on artificial intelligence. – 2002. – Vol. 2432.

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА**

*Сидоренко А.В.*

*Наименование учебного учреждения: ФГБОУ ВО МГТУ «СТАКИН»*

**ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF MINIMIZING PRODUCTION NOISE**

*Sidorenko A.V.*

*Educational institutions: MSTU "STANKIN"*

**Аннотация**

Проблема акустических условий производственной среды (вибрация и шум) является одной из острых проблем развития современной цивилизации, приоритеты развития которой за последние десятилетия существенно изменились.

На производственных предприятиях, необходимо учитывать многие факторы, а также ориентироваться в перспективах развития техники и технологии безопасности человека и природной среды от опасностей техногенного происхождения, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы безопасности человека от опасных и вредных производственных условий, в соответствии с требованиями нормативных правовых документов в области обеспечения безопасности.

Неблагоприятное акустическое воздействие в той или иной мере ощущает почти каждый второй житель нашей планеты. Широкое внедрение в промышленность новых интенсивных технологий, рост мощности и быстроходности оборудования, широкое использование многочисленных и быстроходных средств наземного, воздушного и водного транспорта, применение разнообразного бытового оборудования - все это привело к тому, что человек на работе, в быту, на отдыхе, при передвижении подвергается многократному воздействию вредного шума, своего рода акустической экспансии.

**Abstract**

The problem of acoustic conditions of the working environment (vibration and noise) is one of the most acute problems of the development of modern civilization, the priorities of which have changed.

Significantly in recent decades. at production enterprises, it is necessary to take into account many factors, as well as to focus on the prospects of development of technology and human safety and the environment from the dangers of man-made origin, reasonably choose known devices, systems and methods of human safety from hazardous and harmful working conditions, in accordance with the requirements of regulatory legal documents in the field of safety. Almost every second inhabitant of our planet feels unfavorable acoustic influence to some extent.

Wide introduction of new intensive technologies in the industry, growth of power and high speed of the equipment, wide use of numerous and high-speed means of land, air and water transport, the use of a variety of household equipment - all this has led to the fact that people at work, at home, on vacation, when moving is exposed to repeated exposure to harmful noise, a kind of acoustic expansion.

**Ключевые слова:** производственный шум; шумовые характеристики; средства защиты от шума.

**Keywords:** industrial noise; noise characteristics; noise protection.