

7. Filipchuk, H.H. (2007). Kulturolohichna osnova suchasnoi osvity. [Cultural basis of modern education.]. Pedahohichna i psykholohichna nauky v Ukraini zbirnyk naukovykh prats u 5 tomakh. Tom 2. Dydaktyka, Metodyka, informatsiini tekhnolohii. Kyiv : Pedahohichna dumka. [in Ukrainian].

8. Shvydkyi, A.L., Mekhed, D.B., Mekhed, O.B. (2012). Osoblyvosti vprovadzhennia informatsiinykh tekhnolohii u navchalnyi protsess (psykholohichni aspekt) [Peculiarities of the implementation of information technologies in the educational process (psychological aspect)]. Zbirnyk naukovykh prats. Pedahohichni nauky. Vyp. 61. Kherson : KhDU. [in Ukrainian].

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**ІВАНІЙ Ігор Володимирович** - доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри ТМФК Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка

*Наукові інтереси:* методика викладання у вищій школі

**МЕХЕД Ольга Борисівна** – доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри біології Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г.Шевченка

*Наукові інтереси:* методика викладання у вищій школі

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**IVANII Ihor Volodymyrovych** - Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of TMFC, Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko

*Scientific interests:* teaching methods in higher education

**MEKHED Olha Borysivna** – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biology of the Chernihiv Collegium National University named after T. G. Shevchenko

*Scientific interests:* teaching methods in higher education.

*Стаття надійшла до редакції 16.07.2023 р.*

УДК 378.091:004.891

DOI: 10.36550/2415-7988-2023-1-210-26-33

**МАЗУРОК Тетяна Леонідівна** –

доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри прикладної математики та інформатики Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К.Д. Ушинського

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7829-4446>

e-mail: [t.l.mazurok@pdpu.edu.ua](mailto:t.l.mazurok@pdpu.edu.ua)

### ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АДАПТИВНОМУ УПРАВЛІННІ НАВЧАННЯМ

*Стаття присвячена аналізу особливостей навчання як цілеспрямованого, керованого процесу та визначенню ролі сучасних засобів штучного інтелекту в розробці автоматизованих систем керування навчанням. Мета статті полягає у визначенні можливостей використання сучасних інтелектуальних технологій для реалізації адаптивного контролю індивідуалізованого навчання. У процесі дослідження використовувалися дидактичний аналіз, методи системного аналізу та штучного інтелекту.*

*У статті аналізуються особливості навчання як керованого процесу, що визначається слабкою формалізацією, використанням поєднання аналітичних та евристичних моделей, перевагою в умовах випадкових зовнішніх впливів, апріорною неповнотою інформації та невизначеністю цілей, що обумовлює використання засобів штучного інтелекту для реалізації систем автоматизації управління індивідуалізованим навчанням. Проведене дослідження дозволило визначити найбільш актуальні завдання при створенні адаптивних систем керування навчанням, проаналізувати необхідні компоненти структурно-параметричних схем керування, які мають вкладену структуру та відповідні інтелектуальні перетворення. Обґрунтовано вибір моделей керування та інтелектуальних технологій для їх реалізації. До основних інтелектуальних перетворень, що необхідно здійснити, визначено: перетворення міркувань експертів викладачів до структурно-параметричної моделі навчальної дисципліни на основі застосування нечітких множин та відношень; перетворення міркувань експертів викладачів щодо міжпредметних взаємозв'язків до коефіцієнту інтеграції між двома дисциплінами на основі нечіткого виведення; перетворення даних про інтеграційні зв'язки між навчальними дисциплінами в систему нечітких правил щодо їх впливу на формування компетентностей на основі нечіткої кластеризації; перетворення даних про досягнення поточних дидактичних цілей до ступеня сформованості системи компетентностей на основі нечіткого виведення за ієрархічною базою знань.*

*Сформульовані чотири типи відповідних дидактичних завдань, які є складовими у забезпеченні адаптивного контролю навчання. У результаті дослідження отримано визначення основних засобів створення адаптивних систем контролю навчання, наведено приклади постановки індивідуальних дидактичних завдань та їх вирішення.*

*Ключові слова:* адаптивне управління навчанням, інтелектуальні технології управління, індивідуалізоване навчання, управління ступенем інтеграції, автоматизоване управління.

**MAZUROK Tetiana Leonidivna** –  
doctor of technical sciences, professor,  
Head of the department of applied

mathematics and informatics of the South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7829-4446>  
e-mail: t.l.mazurok@pdpu.edu.ua

## APPLICATION OF INTELLIGENT TECHNOLOGIES IN ADAPTIVE LEARNING CONTROL

*The article is devoted to the analysis of the features of teaching as a purposeful, controlled process and the determination of the role of modern artificial intelligence tools in the development of automatization teaching control systems. The purpose of the article is to determine the possibilities of using modern intellectual technologies for the implementation of adaptive control of individualized teaching. Didactic analysis, methods of system analysis and artificial intelligence were used in the research process. The article analyzes the peculiarities of teaching as a controlled process, which is determined by weak formalization, the use of a combination of analytical and heuristic models, an advantage in conditions of random external influences, a priori incompleteness of information and uncertainty of goals, which determines the use of artificial intelligence tools for the implementation of automatization systems for control individualized teaching. The conducted research made it possible to determine the most urgent tasks in the creation of adaptive teaching control systems, to analyze the necessary components of structural-parametric control schemes that have a nested structure and corresponding intellectual transformations. The choice of control models and intelligent technologies for their implementation is substantiated. Among the main intellectual transformations that must be carried out, the following are defined: the transformation of the opinions of expert teachers into a structural-parametric model of the learning discipline based on the use of fuzzy sets and relations; transformation of teachers' expert judgments about interdisciplinary relationships into a coefficient of integration between two disciplines based on fuzzy inference; transformation of data on integration relations between learning disciplines into a system of fuzzy rules regarding their influence on the formation of competencies based on fuzzy clustering; transformation of data on the achievement of current didactic goals to the degree of formation of the competence system on the basis of fuzzy derivation according to the hierarchical knowledge base. Four types of relevant didactic tasks are formulated, which are components in ensuring adaptive control of teaching. As a result of the study, the main means of creating adaptive learning control systems were determined, examples of setting individual didactic tasks and their solutions were given.*

**Key words:** adaptive control of teaching, intellectual control technologies, individualized teaching, control of the degree of integration, automatization control.

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** Штучний інтелект, як невід'ємна галузь сучасної інформатики та інструментарій створення сучасних інформаційних систем різного призначення, зазнає бурхливого розвитку. Втім, зараз, коли відбувається процес реформування національної освіти, впроваджується концепція НУШ, дуже важливо відповідально та ґрунтовно визначити найбільш пріоритетні напрями застосування засобів штучного інтелекту в освіті.

Відомо, що однією з основних цілей реформування освіти, що визначено законом України «Про освіту» [12], є людиноцентризм, створення умов для навчання протягом життя, здійснення навчання на основі індивідуальних освітніх траєкторій. Вважаємо, що досягнення таких стратегічних цілей є можливим виключно на основі застосування методів штучного інтелекту для автоматизованого управління процесом навчання, як складним, цілеспрямованим, погано формалізованим процесом, що відбувається в умовах невизначеності.

В програмному документі, що визначає стратегічні напрями розвитку штучного інтелекту (ШІ) в Україні [18], зазначено серед пріоритетних для наукової діяльності та освіти впровадження засобів ШІ для оптимізації навчального процесу та профілювання учнів за здібностями, що також вказує на актуальність створення інтелектуальних систем управління індивідуалізованим навчанням.

Тому, вважаємо одним з найбільш значущих застосувань методів штучного інтелекту розробку автоматизованих систем управління навчанням,

впровадження яких може створити умови для безперервного індивідуалізованого процесу навчання на протязі життя.

Аналіз вдосконалення ролі комп'ютерних засобів в педагогічній системі дозволяє зробити висновок щодо необхідності зміни їх ролі від пасивного інструментарію для вирішення локальних дидактичних задач до активної ролі інтелектуальної підтримки прийняття управлінських рішень.

Перехід до індивідуалізованого навчання є об'єктивно неминучим в розвитку та трансформації відомих дидактичних систем [10], [15], бо саме в умовах інтелектуального навчання можливим є реалізація замкнутого, спрямованого (індивідуального за темпом та за замістом) автоматизованого навчання, що має всі ознаки найбільш ефективної системи «репетитор», але відрізняється способом здійснення операції управління – автоматизованим замість «ручного».

Отже, постає актуальною *проблема* застосування засобів штучного інтелекту для автоматизованого управління навчанням, як цілісним цілеспрямованим процесом, надання навчанням адаптивних властивостей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дидактичне обґрунтування особливостей та переваг адаптивного навчання наведено в наукових працях В. Бондаря, Г. Єльнікової О. Знанецької, М. Лазарева, Т. Опалюк, О. Цвєтаєвої [11; 15], в яких адаптивне навчання визначається як компетентнісна партнерська взаємодія викладача і здобувачів освіти, та звертається увага на обов'язкове структурування

адаптивного процесу, доцільність поєднання програмованого навчання з традиційним, запропоновано адаптивні базові моделі формування професійних дій та ін.

За аналізом сучасних трендів в освіті XXI століття [9], саме процеси інформатизації освіти створюють можливості розвитку безупинної освіти за принципом «освіта через усе життя», перетворюючи окремі етапи навчання за різними формами в єдину систему.

Визначення ролі засобів штучного інтелекту в становленні та розвитку адаптивних технологій навчання та їх структурних елементів розглянуто в працях Р. Brusilovsky, Н.В. Шаронової, І.В. Шубіна, П.І. Федорука та ін.

Автори статті [19] відмічають, що можливість впровадження «персоналізованої освіти» є однією з найбільш цінних переваг ІІІ в освіті. Парадигма персоналізації навчання має можливість значно покращити якість освіти в кількох вимірах шляхом адаптації до особистісних характеристик та очікувань кожного учня, таких як особистість, талант, цілі, інтелектуальний рівень, навчальні досягнення. В монографії [8] розглянуто теоретичне обґрунтування і розроблення адаптивної хмаро орієнтованої системи навчання та професійного розвитку вчителів загальноосвітньої школи, що відповідає одному з етапів становлення технології адаптивного навчання [13]. В статті [3] запропоновано використання різних методів інтелектуального аналізу для визначення метрик адаптації в електронному навчанні.

В огляді найбільш відомих практичних впроваджень ІІІ в освіту [19] вказано на актуальність використання ІІІ для вирішення складних задач, автоматизації процесів та підтримки прийняття рішень, а також для розробки та адаптації навчальних матеріалів для задоволення потреб кожного учня. Серед найбільш вдалих та ефективних інноваційних систем наведено стислі характеристики найкращих з них. Наприклад, платформа KNewton, що займає світову лідерську позицію серед засобів підтримки адаптивного управління навчанням, яка дозволяє аналізувати данні про навчальну діяльність учнів та надавати персоналізовані рекомендації з планів уроків, змісту та стратегій навчання, що є адаптованими до їх стилів навчання, переваг та прогресу [2].

Відомі системи управління навчанням (Learning Management System – LMS) були створені для надання кожній особі, що навчається, персональних можливостей для найбільш ефективного вивчення навчального матеріалу, а менеджеру навчального процесу – необхідну технологію для формування навчальних програм, контролю їх виконання, складання звітів з якості навчання та їх аналізу, підтримки комунікації між учнями та викладачами. За даними [17] до

найбільш відомих LMS відносять популярну систему з відкритим кодом Moodle, засіб підтримки он-лайн курсів Blackboard Learn, хмарна LMS для здійснення корпоративного навчання iSpring Learn та ін.

У зв'язку із поширенням різних форм електронного навчання, серед основних можливостей яких є можливість автоматизованого управління процесом формування індивідуалізованих послідовностей навчання на основі формування контенту, з'явився також клас систем, що спрямовані на вирішення задач управління навчальним контентом (Learning Content Management System, LCMS) [3]. Особливість цих систем полягає в їх концентруванні на управлінні змістом, а не процесом навчання, тобто вони є орієнтованими на розробників контенту, керівників проектів навчання. В основі створення LCMS лежить концепція формування змісту навчання у вигляді сукупності навчальних об'єктів, що призначені для відповідної цільової аудиторії та надають певні можливості їх використання.

Втім, зазначені класи систем управління навчанням та управління навчальним контентом обмежені застосуванням виключно інформаційних підходів, що не дозволяє повною мірою досягти цілей індивідуалізованого навчання в сучасному дидактичному вимірі.

Найбільш плідною ідеєю вважаємо кібернетичний підхід дослідження процесу навчання у вигляді керованого за допомогою універсальною схемою управління будь-якими об'єктами. За таким підходом реалізація систем індивідуалізованим навчанням має забезпечити автоматизований спосіб управління замкнутим, спрямованим (індивідуалізованим за темпом та за змістом) навчанням, що відповідає ознакам найбільш ефективної дидактичної системи «репетитор», основним недоліком якої є суто «ручний» спосіб управління. Автоматизація управління системами навчання в такій постановці може бути здійсненою на основі інтелектуальних перетворень із використанням методів штучного інтелекту.

**Мета статті** – визначення можливостей застосування сучасних інтелектуальних технологій для реалізації адаптивного управління індивідуалізованим навчанням. Для досягнення зазначеної мети необхідно визначити особливості управління індивідуалізованим навчанням, сформувати узагальнену модель управління, з'ясувати необхідні інтелектуальні перетворення та обрати відповідні інтелектуальні технології для їх реалізації.

**Методи дослідження:** основи теорії управління, методи системного аналізу, синергетичного управління, теорія інтелектуального управління, методи штучного інтелекту, дидактичний аналіз.

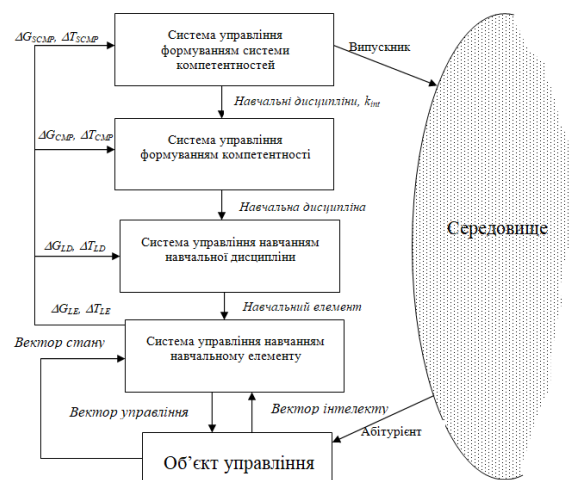
**Виклад основного матеріалу дослідження.** Педагогічна система, як об'єкт управління, є складною організаційно-технічною системою, управління якої складається як з формалізованих, так і з слабо структурованих задач, що відбувається в умовах неповноти інформації різного походження. Також має місце випадковість зовнішніх впливів, вплив суб'єктивного фактору, неповнота визначеності цілей. Тому для управління навчальними системами доцільним є застосування засобів штучного інтелекту. Втім, варто зазначити, що базовою моделлю створення таких систем доцільним є застосування синергетичної моделі управління навчанням [15] з оглядом на не лінійність самого процесу навчання та дидактично обумовлену необхідність врахування власних тенденцій розвитку кожної особи, що навчається.

Розробка цілісної моделі управління адаптивним навчанням є складною, багатоаспектною та мультидисциплінарною проблемою. Втім, врахування досягнень системного аналізу та теорії управління дозволяють ґрунтовно визначити певні принципи, що мають бути закладеними у створення таких систем, з'ясувати необхідні структурні компоненти та їх параметричне наповнення.

Декомпозиція процесу навчання в узагальненому вигляді призводить до утворення каскаду підлеглих систем (знизу догори): навчання навчальному елементу, навчальній дисципліні, формування компетентності, формування системи компетентностей (рис.1). За такою системою відбувається передача параметрів, що визначають цілі навчання (вектор показників  $\{G\}$ ) та ресурси навчання, наприклад – час навчання  $\{T\}$ . Передавання характеристик відхилення від запланованих показників цілей навчання  $\Delta G_{LE}$ ,  $\Delta G_{LD}$ ,  $\Delta G_{CMP}$ ,  $\Delta G_{SCMP}$  та відповідних відхилень часу навчання  $\Delta T$  відбувається послідовно від підлеглих систем нижчого рівня до вищих систем управління, серед яких кінцевою є система управління формуванням системи компетентностей.

За наведеною схемою здійснюється управління за відхиленням, що дозволяє на кожному циклі управління надавати підлеглий системі управляючі впливи, які спрямовані на коригування навчальних дій в межах обмежень. Такий підхід забезпечує можливість гнучкого налаштування балансу між досягненням показників якості навчання та показниками ресурсів, що витрачаються, зокрема часових.

Розглянемо більш детально особливості здійснення управління за кожним з етапів управління у відповідності до структурного елемента навчання.



**Рис. 1. Схема управління навчанням**  
 Управління навчанням навчальному елементу є нижчим рівнем в наведеній каскадній моделі (рис.1). Вхідними параметрами є значення вектора інтелекту, що визначають індивідуальні особливості особи, що навчаються («учня»). В моделі [15] в якості таких параметрів запропоновано показники, що характеризують швидкість забування навчального матеріалу (пам'ять) та швидкість умови ведення (опрацювання знань), тобто показники інтелекту. Функціональне призначення блока управління навчанням навчальному елементу полягає в автоматизованій підтримці управління послідовністю основних навчальних дій за теорією поетапного формування знань та вмій: виконання орієнтуючих дій, виконавчих дій, контрольних та коригуючих дій. Завершення цього циклічного (в загальному випадку) процесу має відбутись по отриманню показника коефіцієнта засвоєння, що, як відомо, має становити не менш, ніж 0,7. Після цього визначаються значення фактичних показників цілей навчання  $G$ , що передається моделі учня, та передача до верхньої системи управління (системи навчання навчальної дисципліни) показників вектору стану учня, що за докласовою моделлю [15] відображається показниками обсягу накопичених знань та обсягом накопичених вмій за відносною шкалою. За типом функцій управління, що використовуються, можна визначити: аналіз, ідентифікацію, прогнозування, контроль та аналіз. Отже, реалізація запропонованого блоку пов'язана зі здійсненням інтелектуальних перетворень на основі застосування аналітичних, статистичних, експертних та нейромережових засобів.

Управління навчанням навчальної дисципліни в якості вхідних параметрів отримує з вищої системи управління (формування компетентностей) назву (ідентифікатор) навчальної дисципліни, вектор інтелекту учня від його моделі, вектор цілей навчання від вищої системи управління. Функціональне призначення

даного блоку управління полягає в перетворенні вхідних даних в наступні показники: вектор поточного стану учня, характеристики відхилення за витратами ресурсів (часу навчання) та досяжністю цілей навчання. Крім того, функціонування даного блоку також має забезпечити визначення послідовності навчальних елементів, для чого необхідним є представлення моделі навчальної дисципліни. Модель навчальної дисципліни відображає внутрішньопредметні зв'язки між навчальними елементами, що утворюють її зміст. Визначення структури та оцінювання ступеня взаємозв'язку відбувається шляхом використання нечітких відношень на основі отриманих значень від викладачів-експертів.

За типом функцій управління, що використовуються, можна визначити: аналіз, прогноз, планування, контроль. Таким чином, реалізація запропонованого блоку пов'язана зі здійсненням інтелектуальних перетворень на основі синтезу аналітичного визначення параметрів із процедурою нечіткого логічного виведення, а визначення параметрів вектору управління доцільно реалізувати засобами навченої нейронної мережі.

*Управління процесом формування компетентності* складається з викликів підлеглих до неї систем управління навчанням тих дисциплін, вивчення яких є необхідним для формування відповідної компетентності. Структурною особливістю блоку є модуль визначення взаємозв'язку між системою міжпредметних зв'язків та моделлю компетентності. Такий вид перетворення відбувається на основі нейрон-нечіткої кластеризації. Отже, нечітка кластеризація складає основу для синтезу нечітких правил для встановлення причинно-наслідкових зв'язків між коефіцієнтами ступеня інтеграції двох навчальних дисциплін та ступенем досяжності відповідної компетентності.

*Управління процесом формування системи компетентностей* складається з викликів підлеглих до неї систем управління формування компетентностей. Сутність функціонування даного блоку полягає в перетворенні вхідної інформації щодо цілі, ресурсів навчання в інформацію щодо вибору компетентності, яку необхідно сформувати на поточний час з врахуванням взаємозв'язків між моделлю системи компетентностей та моделлю міжпредметних зв'язків. Отже, найбільш важливою функцією даного блоку є визначення системи міжпредметних зв'язків, що за міркуваннями викладачів-експертів є найбільш важливими та доцільними для формування певних компетентностей.

Визначення ступеня інтеграції між навчальними дисциплінами, взаємодія між

моделлю компетентностей та моделлю міжпредметних зв'язків, формування послідовності навчальних елементів з врахуванням впливу коефіцієнту інтеграції на формування системи компетентностей відносяться до не детермінованих задач. Отже, алгоритми, що забезпечують необхідні перетворення характеризуються високим ступенем невизначеності. Крім того, потребує розкриття невизначеності опис моделі системи компетентностей на основі нормативних документів, що мають лінгвістичний опис. Таким чином, реалізація задач управління, що відноситься до типів прогнозування, контролю, аналізу, ідентифікації та планування потребує синтезу статистичних, еволюційних, нейро-нечітких та нейромережових засобів.

З метою перевірки працездатності здійснення окремих процедур за визначеними функціями управління визначено основні класи прикладних задач з використання інтелектуальних технологій в автоматизованій системі управління навчанням. Розглянемо типові постановки задач, вирішення яких є необхідною частиною автоматизованого управління індивідуалізованим навчанням, необхідні інтелектуальні технології для їх вирішення та перелік вмінь, що мають бути сформованими у користувачів для ефективного використання в створенні компонентів автоматизованого управління в умовах адаптивного навчання.

Задача 1. Структурування змісту навчання з врахуванням нечітких відношень внутрішніх зв'язків між темами навчальних модулів.

Інтелектуальні технології реалізації: представлення нечітких знань на основі використання лінгвістичних змінних та формування функцій належності засобами спеціального інструменту Fuzzy Logic Toolbox математичної системи Matlab [1].

Необхідні вміня користувача: формування структурно-параметричної моделі навчальної дисципліни із застосуванням нечіткого відношення, що відображає суб'єктивну міру експерта-викладача щодо взаємозв'язку між двома навчальними елементами на основі функції належності. Отримання структурно-параметричної моделі навчальної дисципліни на основі композиційних перетворень на нечіткому графі.

Задача 2. Структурування змісту з врахуванням міжпредметних зв'язків між двома навчальними дисциплінами.

Інтелектуальні технології реалізації: моделювання міжпредметних зв'язків засобами спеціального пакету нечіткого виведення Fuzzy Logic Toolbox математичної системи Matlab.

Необхідні вміня користувача: формування структурно-параметричної моделі системи міжпредметних зв'язків у вигляді нечіткого орграфу, що створений на основі бінарного

нечіткого відношення, яке відображає суб'єктивні міркування експерта викладача щодо необхідності відображення взаємозв'язків між двома навчальними елементами, що відносяться до різних навчальних дисциплін.

Моделювання нечіткого виведення за алгоритмом нечіткого виведення Мамдані [6] для визначення результуючої лінгвістичної змінної «Коефіцієнт інтеграції» за вихідними лінгвістичними змінними: ступінь перекриття, ступінь рівномірності та ступінь узгодженості.

Задача 3. Визначення інтеграційних зв'язків між навчальними дисциплінами, що сприяють формуванню певних компетентностей.

Інтелектуальні технології реалізації: дослідження та розробка нечіткої кластеризації для синтезу нечітких правил для встановлення причинно-наслідкових взаємозв'язків між системами на основі функції знаходження центрів кластерів *subclust* пакету Fuzzy Logic Toolbox, що виконує обчислення центрів кластерів «гірським» алгоритмом субтрактивної кластеризації [7].

Необхідні вміння користувача: формування моделі міжпредметних зв'язків, формування моделі системи компетентностей, застосування функції *subclust*, формування вихідних аргументів, імпорт даних з таблиці MS Excel, визначення взаємозв'язків між системою міжпредметних зв'язків та системою компетентностей на основі нечіткої кластеризації та інтерпретація отриманих результатів.

Задача 4. Визначення ступеня сформованості системи компетентностей.

Інтелектуальні технології реалізації: система нечіткого виведення Сугено; функція *hier\_evalfis* для здійснення нечіткого виведення за ієрархічною базою знань засобами Fuzzy Logic Toolbox.

Необхідні вміння користувача: моделювання результативності навчання навчальному елементу у вигляді ієрархічної системи логічного виведення; застосування лінгвістичних змінних та формування функцій належності нечітких термів.

Визначена типологія задач створила основу постановки лабораторного практикуму за спеціальним курсом «Системи управління навчанням» під час підготовки здобувачів вищої освіти за другим (магістерським) рівнем за спеціальністю 014 Середня освіта (Інформатика) в ПНПУ імені К.Д. Ушинського [16].

**Висновки та перспективи подальших розвідок напряму.** Проаналізовано особливості управління навчанням, як цілісним цілеспрямованим процесом, що управляється. Визначені особливості обумовили доцільність та необхідність застосування інтелектуальних технологій: моделювання та опрацювання нечітких знань, формування правил нечіткого логічного виведення, нечіткої композиції та нейро-нечіткої

кластеризації. Визначено необхідні структурні елементи реалізації системи управління навчанням на основі каскадної моделі підлеглих викликів підсистем навчання, що забезпечують індивідуалізоване управління формуванням системи компетентностей. Сформульовано типові задачі, що є складовими забезпечення адаптивного формування управляючих впливів з врахуванням міжпредметних зв'язків, та визначено базові вміння користувача – викладача-методиста, що здійснює вирішення цих задач.

Визначення структури системи автоматизованого управління індивідуалізованим навчанням дозволило виконати декомпозицію функцій системи, необхідних інтелектуальних перетворень та добір необхідних інтелектуальних технологій для їх реалізації, що створює умови для підвищення адаптивних властивостей навчання.

До перспективних подальших розвідок напряму вважаємо доцільним віднести уточнення параметрів синергетичної моделі управління навчанням та розробку методики створення банків навчальних елементів та завдань для їх засвоєння за різними різнями складності.

#### СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Fuzzy Logic Toolbox. URL: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzy-inference-system-modeling.html> (дата звернення: 18.06.2023).
2. Knewton Adaptive Learning. Building the world's most powerful education recommendation engine. <http://www.zhanjunlang.com/resources/paper/knewton-adaptive-learning-whitepaper.pdf> (дата звернення: 18.06.2023).
3. Learning Content Management Systems Guide: LCMS vs LMS. URL: <https://www.elucidat.com/blog/learning-content-management-systems/> (дата звернення: 18.06.2023).
4. Maghsudi S., Lan A., Xu J., Schaar M. Personalized Education in the AI Era: What to Expect Next? *IEEE Signal Processing Magazine*. 2021. Vol. 38, Issue 3, P. 1-24. URL: <https://arxiv.org/pdf/2101.10074.pdf> (дата звернення: 18.06.2023).
5. Shubin I., Skovorodnikova V., Kozyriev A., Pitnikova M. Mining Methods for Adaption Metrics in E-learning *Computational Linguistics and Intelligent Systems*: Proc. 3rd Int. Conf. COLINS 2019. Volume I: Main Conference. Kharkiv, Ukraine, April 18-19, 2019. P. 288-300. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2362/paper26.pdf> (дата звернення: 18.06.2023).
6. Tanaka K., Wang H.O. Fuzzy Control Systems Design and Analysis: A Linear Matrix Inequality Approach New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001. 305 p.
7. Yager R., Filev D. Essentials of Fuzzy Modeling and Control. USA: John Wiley & Sons, 1984. 387 p.
8. Дем'яненко В.М. та ін. Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти: монографія / за наук. ред. М.П. Шишкіної. Київ: Педагогічна думка, 2020. 183 с.
9. Андрющенко В. Глобальні тренди розвитку освіти XXI століття. *Вища освіта України*. 2019. №3. С.5-14.
10. Гашенко І.О. Теоретико-дидактичні основи

індивідуалізації на етапі розвитку сучасної системи освіти. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій та загальноосвітній школах*. 2014. Вип. 37. С. 151-156.

11. Сльникова Г. Деякі питання організації адаптивного навчання в закладах освіти *Адаптивне управління: теорія і практика*. 2020. Вип. 10(19). URL: <https://amtp.org.ua/index.php/journal/article/view/282/254> (дата звернення 18.06.2023).

12. Закон про освіту. URL: [https://urist.com.ua/act/pro\\_osvitu#google\\_vignette](https://urist.com.ua/act/pro_osvitu#google_vignette) (дата звернення 09.06.2023).

13. Король А.М. Теоретичні проблеми сучасних дидактичних систем навчання у вищій школі. *Modern ways of solving the latest problems in science: Proceedings of the XXXVII International Scientific and Practical Conference*. September 20-23, 2022. Varna, Bulgaria, 2023. P. 250-255.

14. Лазарев М., Лазарева Т. Адаптивні базові моделі формування професійних дій у майбутніх фахівців. *Адаптивне управління: теорія і практика*. 2022. Вип. 13(25). URL: <https://amtp.org.ua/index.php/journal/article/view/463> (дата звернення 18.06.2023).

15. Мазурок Т.Л. Синергетическая модель индивидуализированного управления обучением. *Математичні машини і системи*. 2010. №3. С.124-134.

16. Мазурок Т.Л. Системи управління навчанням. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/handle/123456789/11228> (дата звернення: 11.05.2023).

17. Приклади LMS: найкращі системи управління навчанням. URL: <https://www.bloggersideas.com/uk/examples-of-lms/> (дата звернення: 18.06.2023).

18. Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні: монографія / А.І. Шевченко та ін. ; за заг. ред. А.І. Шевченка. Київ: ІПШІ, 2023. 305 с.

19. Щурко М. Інструменти адаптивного навчання. URL: <https://ceit-blog.ucu.edu.ua/ed-tech/adaptyvni-instrumenty-navchannya-v-cms-ucu/> (дата звернення: 18.06.2023).

#### REFERENCES

1. Fuzzy Logic Toolbox. URL: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzy-inference-system-modeling.html> [in English].

2. Knewton Adaptive Learning. Building the world's most powerful education recommendation engine. <http://www.zhanjunlang.com/resources/paper/knewton-adaptive-learning-whitepaper.pdf> [in English].

3. Learning Content Management System software: LCMS vs. LMS. Elucidat. URL: <https://www.elucidat.com/blog/learning-content-management-systems/> [in English].

4. Maghsudi, S., Lan, A., Xu, J., Schaar, M. (2021) Personalized Education in the AI Era: What to Expect Next? *IEEE Signal Processing Magazine*. Vol. 38, Issue 3, P. 1-24. URL: <https://arxiv.org/pdf/2101.10074.pdf> [in English].

5. Shubin, I., Skovorodnikova, V., Kozyriev, A., Pitnikova, M. (2019) Mining Methods for Adaption Metrics in E-learning. *Computational Linguistics and Intelligent Systems*. Volume I. P. 288-300. Kharkiv, Ukraine. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2362/paper26.pdf>. [in English].

6. Tanaka, K., Wang H.O. (2001) *Fuzzy Control Systems Design and Analysis: A Linear Matrix Inequality Approach* New York: John Wiley & Sons, Inc., 305 p. [in

English].

7. Yager, R., Filev D. (1984) *Essentials of Fuzzy Modeling and Control*. USA: John Wiley & Sons, 387 p. [in English].

8. Demianenko, V.M., Marienko, M.V., Nosenko, Yu.H., Semerikov, S.O., Shyshkina, M.P. (2020) *Adaptyvna khmaro orientovana systema navchannia ta profesiinoho rozvytku vchyteliv zakladiv zahalnoi serednoi osvity* [Adaptive cloud-oriented system of teaching and professional development of teachers of general secondary education institutions]: monohrafiia. Kyiv: Pedahohichna dumka, 2020. 183 s. [in Ukrainian].

9. Andriushchenko, V. (2019) *Hlobalni trendy rozvytku osvity XXI stolittia* [Global trends in the development of education of the 21st century]. *Vyshcha osvita Ukrainy*. №3. S. 5-14. [in Ukrainian].

10. Hashenko, I. O. (2014) *Teoretyko-dydaktychni osnovy indyvidualizatsii na etapi rozvytku suchasnoi systemy osvity* [Theoretical and didactic foundations of individualization at the stage of development of the modern education system]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii ta zahalnoosvitnii shkolakh*. Vyp. 37. S. 151-156. [in Ukrainian].

11. Yelnikova, H. (2020) *Deiaki pytannia orhanizatsii adaptyvnoho navchannia v zakladakh osvity* [Some issues of the organization of adaptive training in educational institutions]. *Adaptyvne upravlinnia: teoriia i praktyka*. Vyp. 10(19). URL: <https://amtp.org.ua/index.php/journal/article/view/282/254>. [in Ukrainian].

12. Zakon «Pro osvitu» №2145-VIII [Law of Ukraine «About education» №2145-VIII]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>. [in Ukrainian].

13. Korol, A.M. (2022) *Teoretychni problemy suchasnykh dydaktychnykh system navchannia u vyshchii shkoli* [Theoretical problems of modern didactic systems of education in higher education]. URL: <https://isg-konf.com/modern-ways-of-solving-the-latest-problems-in-science>. [in Ukrainian].

14. Lazarev, M., Lazarieva T. (2022) *Adaptyvni bazovi modeli formuvannia profesiinykh dii u maibutnykh fakhivtsiv* [Adaptive basic models of formation of professional actions in future professionals]. *Adaptyvne upravlinnia: teoriia i praktyka*. Vyp. 13(25). URL: <https://amtp.org.ua/index.php/journal/article/view/463>. [in Ukrainian].

15. Mazurok, T.L. (2010) *Synerhetycheskaia model yndyvydualyzyrovannoho upravleniia obucheniem* [Synergistic model of individualized teaching control]. *Matematychni mashyny i systemy*. №3. S.124-134. [in Russian].

16. Mazurok, T.L. (2021) *Systemy upravlinnia navchanniam* [Teaching control systems]. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/handle/123456789/11228>. [in Ukrainian].

17. Chavla, S. (2023) *Pryklady LMS: naikrashchi systemy upravlinnia navchanniam* [LMS Examples: The Best Learning Management Systems]. URL: <https://www.bloggersideas.com/uk/examples-of-lms/>. [in Ukrainian].

18. *Stratehiia rozvytku shtuchnoho intelektu v Ukraini* (2023) [Strategy for the development of artificial intelligence in Ukraine]. doi: [https://doi.org/10.15407/development\\_strategy\\_2023](https://doi.org/10.15407/development_strategy_2023) [in Ukrainian, in English].

19. Shchurko, M. (2019) Instrumenty adaptivnoho navchannia [Adaptive learning tools]. URL: <https://ceit-blog.ucu.edu.ua/ed-tech/adaptivni-instrumenty-navchannya-v-cms-ucu/>. [in Ukrainian].

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**МАЗУРОК Тетяна Леонідівна** – доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри прикладної математики та інформатики Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К.Д. Ушинського

**Наукові інтереси:** адаптивні технології управління навчанням

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**MAZUROK Tetiana Leonidivna** – doctor of technical sciences, professor, Head of the department of applied mathematics and informatics of the South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky

**Scientific interests:** adaptive technologies teaching control

*Стаття надійшла до редакції 28.07.2023 р.*

УДК 378.091.26:159.9.018.2]:004.031.4

DOI: 10.36550/2415-7988-2023-1-210-33-38

**МІСР Тетяна Іванівна** –

доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри початкової освіти Факультету педагогічної освіти Київського університету імені Бориса Грінченка

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2874-2925>

e-mail: [t.miyer@kubg.edu.ua](mailto:t.miyer@kubg.edu.ua)

#### ТЕХНОЛОГІЯ «МАТРИЧНА ІНТЕГРАЦІЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА САМООЦІНКИ (МІСС)»: ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ РЕАЛІЗАЦІЇ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

У статті розглянуто самоконтроль та самооцінку як актуальні для сучасності феномени, з огляду на їх поліфункціональність, реалізованість у процесі навчання, професійній діяльності, повсякденному житті. Значний інтерес учених до розкриття сутності феноменів «самоконтроль» та «самооцінка», висвітлення особливостей їх формування та практичного застосування слугували передумовою виявлення автором статті доцільності їх інтегрування, встановлення притаманної феноменам смислової варіативності, яка передається ідентичними термінами-контекстами (процес, сформована здатність, психічне особистісне утворення). Технологія «Матрична інтеграція самоконтролю та самооцінки (МІСС)» базується на поєднанні самооцінки та самоконтролю як взаємодоповнюваних процесів; сприяє формуванню та розвитку інтегральної здатності, що лежить в основі цих процесів, а також удосконаленню підструктури особистості, якою забезпечується дієвість цих та інших процесів. Реалізацією технології «МІСС» передбачено використання розробленої базової таблиці. Для використання таблиці під час викладання тієї чи іншої навчальної дисципліни викладач заповнює її колонки, використовуючи інформацію, по-перше, з плану підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою навчання студентів; по-друге, з робочої програми навчальної дисципліни, під час викладання якої планується використовувати цю технологію. Тобто студент отримує упорядковану інформацію про види навчальних занять, їх кількість, види діяльності, оцінювання кожного виду діяльності, максимальну кількість балів за семестр. Ця інформація надається студенту для подальшого самоконтролю та самооцінювання. Технологією «МІСС» передбачено, що на початку навчання з навчальної дисципліни кожен без виключення студент умовно отримує максимальну кількість балів, яку можна отримати за семестр під час вивчення навчальної дисципліни. Залежної від результатів подальшого навчання студент залишає собі всі бали (у разі ефективного навчання) або повертає невикористані бали (у разі неефективного навчання), або виявляє бажання покращити свої результати та повертає невикористані бали назад. Практичний аспект реалізації технології «МІСС» експериментально перевірено в процесі викладання різних навчальних дисциплін. Також узагальнено дані про значний потенціал для системного залучення здобувачів освіти до здійснення самоконтролю та самооцінювання.

**Ключові слова:** технологія, самоконтроль, самооцінка, практика впровадження, заклад вищої освіти, навчання.

**MIYER Tetiana Ivanivna** –

doctor of pedagogical sciences, professor, professor of the Department of Primary Education, Faculty of Pedagogical Education at

Borys Grinchenko Kyiv University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2874-2925>

e-mail: [t.miyer@kubg.edu.ua](mailto:t.miyer@kubg.edu.ua)

#### TECHNOLOGY «MATRIX INTEGRATION OF SELF-CONTROL AND SELF-ASSESSMENT (MISS)»: A PRACTICAL ASPECT OF IMPLEMENTATION DURING THE STUDY OF AN EDUCATIONAL DISCIPLINE

The article examines self-control and self-assessment as phenomena that are relevant for modern times, given their multifunctionality, implementation in the process of learning, professional activity, and everyday life. The significant interest of scientists in revealing the essence of these phenomena, highlighting the peculiarities of their formation and practical application