

## ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

УДК 004.9

DOI: <https://doi.org/10.35546/2313-0687.2019.25.39-47>

### **Захарченко Раїса Миколаївна**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмних засобів і технологій, Херсонський національний технічний університет, місто Херсон, Україна; e-mail: zraissa2@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4650-3095

### **Кірюшатова Тетяна Григорівна**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмних засобів і технологій, Херсонський національний технічний університет, місто Херсон, Україна; e-mail: TanyaKir1963@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0000-0065

### **Чебаненко Олександр Володимирович**

аспірант кафедри програмних засобів і технологій, Херсонський національний технічний університет, місто Херсон, Україна; e-mail: alexandrchebanenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3816-5383

**Анотація.** Мета статті є опис використання методів моніторингових досліджень в освітньому процесі. На сьогоднішній день об'єми накопиченої інформації постійно ростуть. Збільшується кількість задач, які вирішуються за допомогою інтелектуального аналізу даних. Необхідно дослідити алгоритми інтелектуального аналізу даних та їх використання для прийняття рішень в управлінні освітнім процесом. Методи дослідження. Основою досліджень є теорії інформації, інформаційних систем та процесів, управління, оптимізації. Основні результати дослідження. Застосування моніторингових досліджень в освітньому процесі дозволить прийняти ефективні управлінські рішення. Проаналізовано в статті придатність використання методів технології Data Mining у сфері освіти та відносна ефективність їх використання. Досвід використання освітніх показників (індикаторів) свідчить про необхідність дотримання певних вимог щодо їх структури. Система показників повинна бути: за кількістю показників обмеженою; система має містити достатній набір індикаторів; повною; адекватною основним цілям і завданням; динамічною; легкою в обчисленнях та вимірюваннях. Застосовують кілька систем показників якості освіти у світовій практиці, які можуть використовуватися саме для аналізу стану освітньої сфери. Вони поділяються на два типи моделей – міжнародні та національні. Для аналізу даних в визначенні якості освіти необхідно постійно збирати, групувати дані, візуалізувати їх. Для цього необхідно використовувати основні показники описової статистики, проводити перевірку статистичних гіпотез, перевірку зв'язку між гіпотезами, проводити регресійний аналіз, проводити факторний аналіз, виконувати класифікацію даних та аналіз часових рядів. Для обробки інформації використовують електронні таблиці, математичні та статистичні пакети і мови програмування та середовища інтелектуального аналізу

даних. Одна з найважливіших задач обробки статистичних даних – виявлення таких параметрів, які в компактній формі достатньо повно характеризують властивості генеральної сукупності, що вивчається. Попарне порівняння факторів володіє одним істотним недоліком, здатним значною мірою ускладнити роботу експерта. Якщо досліджувані критерії однорідні, тобто їх властивості належать градації одного рівня, то віднесення їх до певного класу не викликає особливих проблем. Але як тільки має місце відповідність чинників градації різного рівня, тобто коли одні фактори мають мінімальні значення, інші – середні, треті – близькі до максимальних відразу виникає невизначеність, тим більша, чим сильніше розкид градацій. У цьому випадку експерту непросто прийняти однозначне рішення. Метод аналізу ієрархій полягає в попарному зіставленні факторів. Результати парних порівнянь представляють у вигляді матриці  $X_{ij}$ , де  $X_{ij}$  означає відношення ваг відповідних критеріїв. Для вирішення даного завдання по методу аналітичної ієрархічної процедури розроблений алгоритм для визначення вагових коефіцієнтів по кожному критерію і розроблена програма для їх визначення. В подальшому їх використовують для інтелектуального аналізу даних. Наукова новизна. Без сучасної аналітики та достовірних показників, таких як збір, опрацювання та аналіз освітніх даних, впровадження освітніх реформ неможливе. Запропонована система обробки інформації освітніх установ з використанням інтелектуального аналізу даних. Розроблено нові концепції і моделі, що дозволили формалізувати виявлені взаємозв'язки методу аналітичної ієрархічної процедури та інтелектуального аналізу даних складових компонентів інформаційних процесів навчання з елементами теорій інформації та оптимізаційного управління інформаційними системами, досягаючи вдосконалення комп'ютеризованих інформаційних технологій з урахуванням якості освіти.

Практична значимість. Розробка інструментарію для проведення досліджень запропонованого алгоритму з метою його подальшого покращення та вдосконалення та інтеграції з іншими системами.

**Ключові слова:** інформаційна технологія, комп'ютер, мережа, система, процес, навчання, освіта.

**Постановка проблеми.** Проаналізувати сучасні технології аналізу інформації з метою визначення в накопичених даних корисних знань. На основі отриманих результатів визначитися з прийняттям оптимальних управлінських рішень в освітньому процесі. В наш час низька якість української освіти стає предметом серйозного занепокоєння вітчизняних роботодавців. Якість тих хто навчається, можна охарактеризувати за допомогою таких показників: знання з профільних дисциплін; комп'ютерна грамотність; рівень володіння іноземною мовою; бажання навчатися; рівень інтелекту; духовний розвиток; креативність; рівень розвитку пам'яті; дисциплінованість; наполегливість; працездатність; спостережливість; уміння планувати кар'єру та інші.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В даний час методи Data Mining отримали широке поширення в різних сферах діяльності. Дослідженнями в цій області займаються такі вчені, як А.А. Барсегян, М.С. Купріянов, Г. Пятецькій-Шапіро, Х. Ромесбург, Дж. Хан. Проблеми аналізу даних освітнього процесу розглядалися в роботах таких вчених, як Р. Бакер, Л.І. Григор'єв та інші.

Воложаніна О.А. в своїх працях звертає увагу на те, що ситуація на ринку праці і ринку освітніх послуг вищої школи вимагає їх взаємозв'язку з метою урегулювання дисбалансу [3].

Як зазначає В. Кремень, «мистецтво і талант педагога є центральною атрибутивною ланкою в її системі». Саме від вчителя багато в чому залежить і якість процесу та результату навчання, і мотиваційні детермінанти особистості тих, хто навчається, а взагалі – складові якісної освіти. Саме тому, стан сучасного суспільства, яке характеризується високим динамізмом та плінністю більшості соціальних процесів, стає важливішою детермінантою нових форм, напрямків удосконалення вчителя та його інтенсивності.

Зазначене коло питань викликає широкий інтерес науковців. Перш за все, це фундаментальні розробки проблем освіти в західній соціології. Функціональний напрямок представлений роботами Е. Дюркгейма, Р. Мертона, Т. Парсонса, в яких освіта розглядається як феномен, що сприяє інтеграції суспільства та його інститутів [4].

Сьогодні загальні питання трансформації, модернізації та реформування вітчизняної освітньої сфери ґрунтовно вивчаються вченими. Сучасні зарубіжні та вітчизняні науковці (Л. Власчану, А. Вроейнстийн, С.І. Кудло та інші) вивчають проблеми забезпечення якості освіти у зв'язку з її інституціональною оцінкою. Якість освіти розглядається ними як відповідність державному стандарту.

**О. І. Ляшенко**, доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПН України відмітила, що: «Побудова національної системи моніторингу якості освіти потребує чіткого розуміння основних засад, що мають бути покладені в основу здійснення моніторингових досліджень в Україні, і відповіді на кілька конкретних питань, які повинні бути відображені в концепції національної системи моніторингу якості освіти» [5].

Статистичні методи оцінювання якості освіти розкриті в працях професора, д.ф.-м.н., академіка АН вищої школи України В. Вахрушина [6].

Перелічені дослідники розкривали у своїх роботах окремі аспекти проблеми якості освіти. При цьому соціологічний підхід до її вивчення залишився не реалізованим у повній мірі. Зокрема це торкається феномену якості загальної середньої освіти [3].

**Мета дослідження.** Помилково навчальні заклади займаються в основному результатами своєї діяльності і досягненнями своїх вихованців, потім вибудовують на їх основі управлінські рішення тільки локального змісту.

Упродовж останніх років випускники ЗНО, що мають намір вступати до ВОЗ, проходять **зовнішнє незалежне оцінювання**. Накопичено значний матеріал, який потребує додаткового опрацювання як результатів досліджень інтелектуального аналізу даних в освітньому процесі.

Дані оцінювання повинні допомогти визначити слабкі та сильні сторони української системи освіти рис. 1 [5].

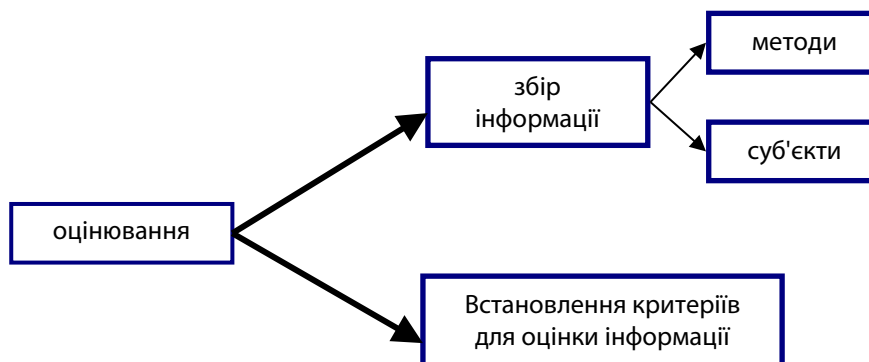


Рис. 1 – Оцінювання в сфері освіти

Для прийняття оптимальних управлінських рішень в освітньому процесі необхідно проводити постійно інтелектуальний аналіз даних за допомогою сучасних засобів Data Mining [10, 12].

**Результати досліджень.** Як відомо, методи технології Data Mining це лінійна регресія, нейронні мережі, дерева прийняття рішень та K-ближчого сусіда. Інтелектуальний аналіз даних необхідно проводити за допомогою використання засобів управління моделями Data Mining в редакторі моделей. Редактор моделей дає можливість створювати, порівнювати та формувати на їх основі прогнози. Для вибору моделі в редакторі є можливість використати засіб для порівняння моделей Mining Accuracy Chart [12].

Підходи до оцінки ефективності у ВОЗ: аналіз успішності та їх участь у активностях університету, аналіз викладацьких методик, аналіз відповідності навчальних програм потребам ринку праці та інтересам стейкхолдерів. Україна фіксується як одна із тих, яка має найбільші у світі суспільні витрати на освіту. Тому розумно політикам та громадськості поставити питання про ефективність використання значних бюджетних коштів, які зазвичай виділяють на розвиток освітньої галузі в Україні [6]. Тому, якщо говорити про обсяги офіційних приватних видатків на освіту в Україні то вони є досить значними. Всього половина випускників українських університетів затребувана роботодавцями. Це є серйозна проблема майбутнього інноваційного розвитку

суспільства вже завтра. Не зовсім задовольняє ситуація, яка склалася в галузі загальної середньої освіти. За статистичними даними, через короткий час після працевлаштування за направленням спостерігається тенденція зменшення працевлаштованих випускників.

Проведені дослідження, показали, що різні стейкхолдери інтерпретують «хороший університет», орієнтуючись на різні групи показників. Зокрема, роботодавці та абітурієнти більшою мірою зорієнтовані на результати освітньої діяльності, представники державних органів влади оцінюють якість навчальних закладів за наявними у них ресурсами, а для студентів та викладачів велику роль відіграють процеси [6].

Система менеджменту якості освіти є інтегрованою. Вона орієнтована на сучасні інформаційні технології, використання досягнень теорії і практики менеджменту. Її успішність може оцінюватися шляхом використання якіс-

них і кількісних показників [10]. У перспективі необхідний розвиток незалежних (зовнішніх) оцінок якості діяльності освітніх установ. Таким чином, практика оцінки якості підготовки випускників, що сьогодні існує, носить галузевий характер. Відповідно до окреслених управлінських функцій різних споживачів інформації щодо результатів моніторингових досліджень освіти можна зробити тривіальний висновок: **за допомогою єдиного формату моніторингу якості освіти, яким би досконалим він не був, задовольнити всі зацікавлені сторони неможливо; потрібен системний моніторинг освіти.** Такий моніторинг якості освіти передбачає різнобічне і багатопараметричне обстеження різних об'єктів системи освіти і процесів, що впливають на якість їх функціонування, унаслідок якого кожна його складова є носієм певного набору критеріїв і показників, що відображають якість системи освіти в цілому, системно табл. 1.

Таблиця 1

**Показники моніторингу якості освіти**

Тип показника	Приклад показника
Вхідні ресурси	Стан будівель Умови проживання Меблі Обладнання Лабораторії Загальна кількість учнів, студентів Вік Кількість повних ставок Співвідношення кількості учнів або студентів та викладачів
Начальні процеси	Навантаження викладачів Розуміння чинників, що впливають на навчання Навчальна програма Можливість навчатися Кількість предметних годин Відвідування інспекторів
Результати (наслідки)	Досягнення з ключових предметів Кількість учнів або студентів що закінчили навчання Кількість учнів або студентів, що успішно складають іспити, % Відвідування Агресія Уживання наркотиків Проблеми дисципліни

Моніторинг створює інформаційну систему, яка постійно поповнюється, що вказує на безперервність відстеження, а також включає розробку апарату та технології вимірювання існуючого стану об'єкту. Моніторинг потребує систематичності та послідовності дослідження проблем, а якість результатів моніторингу залежить від якості технології та інструментарію для оцінювання [10].

Діяльність учбових закладів визначаються з допомогою загального індексу рейтингової оцінки – Із. Цей індекс є інтегральним і визначається трьома комплексними критеріями (індексами):

$$I_z = I_{np} + I_n + I_{mv}, \quad (1)$$

де –  $I_{np}$  – індекс якості науково-педагогічного потенціалу, значення якого змінюються в діапазоні до 50 відсотків;

–  $I_n$  – індекс якості навчання, який змінюється в діапазоні до 30 відсотків;

–  $I_{mv}$  – індекс міжнародного визнання, змінюється в діапазоні до 20 відсотків.

Кожний комплексний критерій визначається групою індикаторів, перелік яких із відповідними ваговими коефіцієнтами наведений у таблиці 1.

Вагові коефіцієнти визначаються групою фахівців високого рівня в галузі науки та освіти із застосуванням методу експертного оцінювання [7].

Пропонується використання програмного забезпечення для обробки великої кількості даних в Херсонському регіональному центрі оцінювання якості освіти з метою прийняття вірного управлінського рішення відносно якості освіти. Для вирішення даного завдання по методу аналітичної ієрархічної процедури розроблений алгоритм для визначення вагових коефіцієнтів по кожному критерію і розроблена програма.

У програмі є можливість вносити зміни, редагувати інформацію та моделювати різні варіанти. Описану процедуру, яка використовується в програмі можна інтерпретувати, як спрощений метод визначення зваженого середнього. Метод може використовувати невизначену і суб'єктивну інформацію. Метод формування вектору переваг дозволяє використовувати індивідуальну шкалу оцінок попарних порівнянь

Приклад виконання розрахунків для чотирьох критеріїв і для чотирьох районів Херсонської області на рис. 2. Необхідно попарно порівняти чотири райони по кожному критерію.

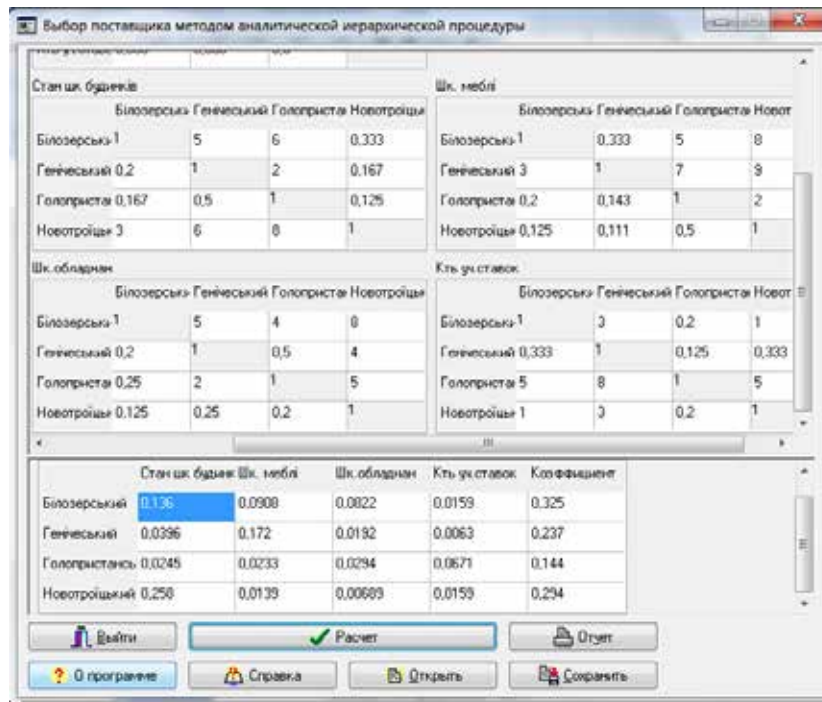


Рис. 2 – Екранна форма програми

Математичний аналіз вирішення завдань показує, що якщо при введенні вхідних даних не було допущено помилок, тобто вхідні дані задовольняють встановленим для системи обмеженням, то отримане рішення дійсно буде відповідати поставленому завданню.

Отримане рішення, при виконанні програмного продукту, з точки зору економіки є оптимальним. При використанні даного методу значно економляться витрати робочої сили і часу. Користувач має можливість отримати результат розрахунків вагових коефіцієнтів, редагувати та моделювати різні варіанти при проведенні досліджень.

**Висновки.** Використовуючи якісні характеристики діяльності учбових закладів, можна сказати, що вони

пов'язані зі значними складностями у зв'язку з відсутністю в Україні досвіду, фахового потенціалу та організаційних засад для об'єктивного застосування методів експертного оцінювання. Проаналізовано підходи до оцінки ефективності освіти у ВОЗ. Проаналізовано придатність використання методів технології Data Mining у сфері освіти та відносна ефективність їх використання. Звернена увага на відсутність інтегрованого алгоритму збору та відбору даних. Розроблено та протестовано програмний додаток, що відображає вагові коефіцієнти обраних критеріїв в освітньому процесі для відбору даних. Даний програмний продукт дає можливість урахувати окремі критерії, що можуть вплинути на кінцевий результат.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Valero A., Van Reenen J. The economic impact of universities. Evidence from across the globe (No. w22501). USA: National Bureau of Economic Research, 2016. 320 p.
2. Glewwe P., Muralidharan K. Improving Education Outcomes in Developing Countries: Evidence, Knowledge Gaps, and Policy Implications. Handbook of the Economics of Education, 2016. Volume 5. 424 p.
3. School Resources. Handbook of the Economics of Education. 2006. Volume 2.
4. Beck U. (German sociologist). Globalization of modern education. URL: <https://www.assignmentexpert.com/blog/education-tips/>
5. Украинская система образования. URL: <https://edunews.ru/education-abroad>
6. Антоненко В. М., Мамченко С. Д., Рогушина Ю. В. Сучасні інформаційні системи і технології: управління знаннями: навч. посіб. Ірпінь: Національний університет ДПС України, 2016. 212 с.
7. *Computer Science and Information Technology*. proceedings of the Forth International conference CoSIT-2017 (Geneva, Switzerland, 25-26 March 2017) / Eds.: D. Nagamalai, N. Meghanathan. – Geneva, Switzerland: AIRCC Publishing Corporation, 2017. 208 p.
8. Saidani N. Towards a better comprehension of adaptation to information and communication technologies: a multi-level approach: PhD dissertation. Georgia State University, USA, 2016. 220 p.
9. Higher education in the digital age. Moving academia online / eds.: A. Zorn, J. Haywood, J. Glachant. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Edgar Elgar Publishing, 2018. 170 p.
10. Yang X. Optimization techniques and applications with examples. USA, UK: WILEY, 2018. 384 p.
11. Operations research applications / Eds.: G. Stecca. Rome, Italy: AIRO (Associazione Italiana di Ricerca Operativa), 2017. 123 p.
12. Fayyad, U. & Piatetsky-Shapiro, G. & Smyth, P. (2006) Advances in Knowledge Discovery and DataMining. USA: National Bureau of Economic Research.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

### **Раиса Николаевна Захарченко,**

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программных средств и технологий,  
Херсонский национальный технический университет, город Херсон, Украина,  
E-mail: zraissa2@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4650-3095

### **Татьяна Григорьевна Кирышатова,**

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программных средств и технологий,  
Херсонский национальный технический университет, город Херсон, Украина,  
E-mail: TanyaKir1963@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0000-0065

### **Александр Влалимирович Чебаненко,**

аспирант кафедры программных средств и технологий, Херсонский национальный технический университет,  
город Херсон, Украина; E-mail: fullmakar@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3816-5383

**Аннотация.** Цель статьи является описание использования методов мониторинговых исследований в образовательном процессе. На сегодняшний день объемы накопленной информации постоянно растут. Увеличивается количество задач, которые решаются с помощью интеллектуального анализа данных. Необходимо исследовать алгоритмы интеллектуального анализа данных и их использование для принятия решений в управлении образовательным процессом. Методы исследования. Основой исследований является теории информации, информационных систем и процессов, управления, оптимизации. Основные результаты исследования. Применение мониторинговых исследований в образовательном процессе позволит принять эффективные управленческие решения. Проанализированы в статье пригодность использования методов технологии Data Mining в сфере образования и относительная эффективность их использования. Опыт использования образовательных показателей (индикаторов) свидетельствует о необходимости соблюдения определенных требований по их структуре. Система показателей должна быть: по количеству показателей ограниченной; система должна содержать достаточный набор индикаторов; полной; адекватной основным целям и задачам; динамичной; легкой в вычислениях и измерениях. Применяют несколько систем показателей качества образования в мировой практике, которые могут использоваться именно для анализа состояния образовательной сферы. Они делятся на два типа моделей – международные и национальные. Для анализа данных в определенные качества образования необходимо постоянно собирать, группировать данные, визуализировать их. Для этого необходимо использовать основные показатели описательной статистики, проводить проверку статистических гипотез, проверку связи между гипотезами, проводить регрессионный анализ, проводить факторный анализ, выполнять классификацию данных и анализ временных рядов. Для обработки информации используют электронные таблицы, математические и статистические пакеты и языки программирования и среды интеллектуального анализа данных. Одна из важнейших задач обработки статистических данных – выявление таких параметров, в компактной форме достаточно полно характеризуют свойства генеральной совокупности, изучается. Парное сравнение факторов обладает одним существенным недостатком, способным в значительной степени осложнить работу эксперта. Если исследуемые критерии однородны, то есть их свойства принадлежат градации одного уровня, то отнесение их к определенному классу не вызывает особых проблем. Но как только имеет место соответствие факторов градации разного уровня, то есть когда одни факторы имеют минимальные значения, другие – средние, третьи – близки к максимальным сразу возникает неопределенность, тем больше, чем сильнее разброс градаций. В этом случае эксперту просто принять однозначное решение. Метод анализа иерархий состоит в попарном сопоставлении факторов. Результаты парных сравнений представляют в виде матрицы  $x_{ij}$ , где  $x_{ij}$  означает отношение весов соответствующих критериев. Для решения данной задачи по методу

аналитической иерархической процедуры разработан алгоритм для определения весовых коэффициентов по каждому критерию и разработана программа для их определения. В дальнейшем их используют для интеллектуального анализа данных. Научная новизна. Без современной аналитики и достоверных показателей, таких как сбор, обработка и анализ образовательных данных, внедрение образовательных реформ невозможно. Предложенная система обработки информации образовательных учреждений с использованием интеллектуального анализа данных. Разработаны новые концепции и модели, которые позволили формализовать выявлены взаимосвязи метода аналитической иерархической процедуры и интеллектуального анализа данных составляющих компонентов информационных процессов обучения с элементами теории информации и оптимизационного управления информационными системами, достигая совершенствования компьютеризированных информационных технологий с учетом качества образования.

Практическая значимость. Разработка инструментария для проведения исследований предложенного алгоритма с целью его дальнейшего улучшения и совершенствования и интеграции с другими системами.

**Ключевые слова:** информационная технология, компьютер, сеть, система, процесс, обучение, образование.

## RESEARCH OF ALGORITHMS OF INTELLECTUAL DATA ANALYSIS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

**Raisa Zakharchenko, Ph.D.**

(Candidate of Technical Sciences), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Software and Technology, Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine; **E-mail:** zraissa2@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4650-3095

**Tetiana Kiryushatova, Ph.D.**

(Candidate of Technical Sciences), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Software and Technology, Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine; **E-mail:** TanyaKir1963@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0000-0065

**Oleksandr Chebanenko,**

graduate student of Software and Technology, Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine;

**E-mail:** alexandrchebanenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3816-5383

**Abstract.** The objective of the article is a description of the use of monitoring research methods in the educational process. To date, the amount of accumulated information is constantly growing. The number of tasks that are solved with data mining is increasing. It is necessary to explore the algorithms of data mining and their use for decision making in the management of educational process. Research methods. The basis of research is the theory of information, information systems, and processes, control, optimization. Main research results. The applying of monitoring research in the educational process allows to make effective management decisions. The article analyzes the suitability of using the methods of Data Mining technology in education and the relative effectiveness of their use [12]. Experience in using educational indicators reveals the necessity of compliance certain requirements for their structure. The metrics list should include limited number of metrics; the system must contain a sufficient set of indicators; it should be complete; adequate to the main goals and objectives; dynamic; easy to calculate and measure. There are several quality education systems worldwide that can be used to analyze the state of the education sector. They are divided into two types of models – international and national ones[1]. In order to analyze the data in certain qualities of education it is necessary to constantly collect, group the data and visualize it. To do this, you need to use the basic metrics of descriptive statistics, test statistical hypotheses, test the relationship between hypotheses, perform regression analysis, perform factor analysis, perform data classification and time series analysis. Spreadsheets, mathematical and statistical packages and programming languages and data mining environments are used to process information. One of the most important tasks of statistical data processing is to identify parameters which are able to characterize the properties of the studied altogether in a compact



manner. Pairwise comparison of factors has one disadvantage, which can significantly complicate the work of an expert. If the studied criteria are homogeneous, that means that they possess the properties of the gradation of the same level, then their classification in a particular class does not cause any particular problems. But as soon as correspondence between of the factors of gradation of different levels takes place, that is, when some factors have minimum values, others – average, others – close to the maximum, the uncertainty arises at once, the greater the greater the variation of gradations is. In this case, it is not easy for an expert to make a unambiguous decision. The method of analysis of hierarchies consists in pairwise comparison of factors. The results of pairwise comparisons are presented in the form of a matrix  $x_{ij}$ , where  $x_{ij}$  denotes the ratio of the weights of the respective criteria. To solve this problem by the method of analytical hierarchical procedure, an algorithm was developed to determine the weights for each criterion and a program was developed to determine them. Later they are used for data mining. Scientific novelty. Without modern analytics and reliable indicators such as the collection, processing and analysis of educational data, the implementation of educational reforms is impossible. A system for processing information of educational institutions using data mining [2] is proposed. New concepts and models have been developed that allowed to formalize the revealed interrelations of the method of analytical hierarchical procedure and intellectual analysis of data components of information learning processes with the elements of information theories and optimization management of information systems, achieving the improvement of computerized information technologies for education.

Practical significance. Development of research tools for the proposed algorithm in order to further improve and integrate it with other systems.

**Keywords:** *information technology, computer, network, system, process, training, education.*

#### REFERENCES:

1. Valero A., Van Reenen J. The economic impact of universities. Evidence from across the globe (No. w22501). USA: National Bureau of Economic Research, 2016. 320 p.
2. Glewwe P., Muralidharan K. Improving Education Outcomes in Developing Countries: Evidence, Knowledge Gaps, and Policy Implications. Handbook of the Economics of Education, 2016. Volume 5. 424 p.
3. School Resources. Handbook of the Economics of Education. 2006. Volume 2.
4. Beck U. (German sociologist). Globalization of modern education. URL: <https://www.assignmentexpert.com/blog/education-tips/>
5. Ukrainskaya sistema obrazovaniya. Retrieved from [https://edunews.ru/education-abroad\\_\(data\\_zvernennya\\_29.10.18\)](https://edunews.ru/education-abroad_(data_zvernennya_29.10.18)).
6. Antonenko, V. M., Mamchenko, S. D., & Rohushyna, Yu. V. (2016) Suchasni informatsiini systemy i tekhnolohii: upravlinnia znanniamy: navch. posib. Irpin: Natsionalnyi Universytet DPS Ukrainy.
7. *Computer Science and Information Technology*: proceedings of the Forth International conference CoSIT-2017 (Geneva, Switzerland, 25-26 March 2017) / Eds.: D. Nagamalai, N. Meghanathan. – Geneva, Switzerland: AIRCC Publishing Corporation, 2017. 208 p.
8. Saidani N. Towards a better comprehension of adaptation to information and communication technologies: a multi-level approach: PhD dissertation. Georgia State University, USA, 2016. 220 p.
9. Higher education in the digital age. Moving academia online / eds.: A. Zorn, J. Haywood, J. Glachant. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Edgar Elgar Publishing, 2018. 170 p.
10. Yang X. Optimization techniques and applications with examples. USA, UK: WILEY, 2018. 384 p.
11. Operations research applications / Eds.: G. Stecca. Rome, Italy: AIRO (Associazione Italiana di Ricerca Operativa), 2017. 123 p.
12. Fayyad, U. & Piatetsky-Shapiro, G. & Smyth, P. (2006) Advances in Knowledge Discovery and DataMining. USA: National Bureau of Economic Research.