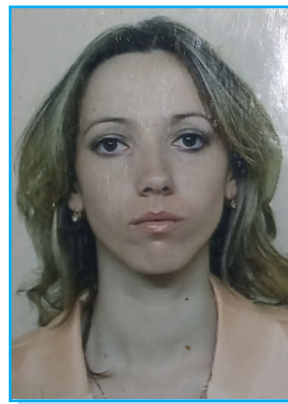




Галина Чабан — асистент кафедри педагогіки та інноваційної освіти Національного університету «Львівська політехніка», м. Львів, Україна.

Коло наукових інтересів: моделювання інноваційних технологій у прикладних задачах педагогіки, психології та соціології.

e-mail: gala.chaban@gmail.com



Олександра Кухтяк — кандидат педагогічних наук, провідний фахівець Центру тестування та діагностики знань Національного університету «Львівська політехніка», м. Львів, Україна.

Коло наукових інтересів: педагогіка, психологія педагогіки, моделювання інноваційних технологій

e-mail: Sandra-k@ukr.net

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5009-8515>

УДК 378.091.3-027.22:004.89

<https://doi.org/10.32405/2411-1317-2020-1-51-56>

ЗАСТОСУВАННЯ АПАРАТА ТЕОРІЇ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У ЗАДАЧАХ ПРИКЛАДНОЇ ПЕДАГОГІКИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Розглянуто проблему аналізу соціальної системи, яка складається з множини студентів та викладачів закладу вищої освіти на предмет створення ефективних навчальних пар «викладач – студент». Для формування згаданих навчальних пар використано елементи теорії штучного інтелекту, що ґрунтується на штучних нейронних мережах. Проаналізовано задачі моделювання та кластеризації, які розв’язувались на прикладі структур Національного університету “Львівська політехніка”. Здійснено аналіз проведених досліджень, а також представлено перспективи розвитку останніх.

Ключові слова: прикладна педагогіка, навчальний процес, психологічна сумісність, ефективна навчальна пара, штучний інтелект, штучна нейронна межа, методика навчання.

Постановка проблеми. Розвиток сучасної педагогіки не можна розглядати без системної та тісної кореляції з іншими науками. Важливе місце в такому поєднанні, на нашу думку, по праву належить новочасним методам прикладної математики, зокрема теорії елементів нечіткої логіки [1; 2]. Основна концепція згаданих методів полягає в тому, що за неможливості подання вхідної інформації у вигляді детермінованих заданих величин з функціональною або емпіричною залежностями використовуються додаткові підходи стохастичного характеру [4; 10], які з достатньою мірою прогнозованості відтворюють стан досліджуваного об’єкта [10]. Утім це стосується й практичних завдань прикладних педагогіки [6] та психології [3].

У загальному випадку педагогіку, за словами К. Ушинського, можна поділити на два фундаментальних рівні [5]. Перший з них можна розглядати як фундаментальний (теоретичний), а

другий – як прикладний (конкретно-дидактичний). Перший рівень можна нерозривно пов'язати з філософією та психологією як такою, що формує концептуальний фундамент педагогіки як окремої науки. Натомість другий можна розглядати як методичний, що репрезентується фаховими практичними дослідженнями, методиками, прогнозуваннями та ін.

Навчання студентів у виші можна вважати завершальним етапом формування фахівця, з одного боку, та особистості як громадянина, з другого. Зрозуміло, що від якості процесу навчання багато залежатиме [3; 5; 6]. Не є новиною, що правильно поставлений навчальний процес залежить не тільки від методологічного рівня, а й значною мірою – від соціально-психологічного. Стосується це насамперед правильно сформованих навчальних пар «викладач – студент». Особливо важливу роль згадані пари відіграють для студентів на етапі бакалаврських і магістерських робіт, коли основний час навчання припадає на безпосереднє спілкування студента й викладача, як говорять, “очі в очі”. Аналізуючи викладене, постає логічне питання, як правильно виокремити ефективні навчальні пари “викладач – студент”, щоб процес тренінгу був максимально ефективним. Іншими словами, постає питання розроблення ефективної методики формування евентуальної згаданої навчальної пари.

Аналіз останніх досліджень. Використання інноваційних технологій прикладної математики в задачах прикладних педагогіки та психології не є новиною. Особливо активно згадані технології почали використовуватись у другій половині ХХ ст. І цілком зрозуміло, що основним рушієм такого зростання є, без сумніву, розвиток комп'ютерної техніки. Це відкриває можливості аналізу складних динамічних систем високого порядку, зокрема завдань психології й педагогіки. Певне місце тут по праву належить апарату теорії штучних нейронних мереж [1; 2; 11; 12].

Метою роботи є аналіз локальної соціальної системи, що складається зі студентів та викладачів закладу вищої освіти, на предмет створення евентуальних навчальних пар «викладач – студент» для покращання якості освіти в згаданих вишах. Для цього застосовано апарат теорії нечітких множин, що ґрунтується на штучних мережах.

Виклад основного матеріалу. У статті аналізуються власне деякі підходи до практичних досліджень щодо прикладної педагогіки за умов недостатньо визначених векторів вхідної інформації під час моделювання соціально-педагогічних процесів у задачах аналізу психо-педагогічної структури «викладач – студент».

Зрозуміло, що важливу роль варто віддати психології особистості кожного з членів (елементів) навчальної пари [3]. Але у випадку аналізу множин високих порядків (мається на увазі, наприклад, викладацько-професорський персонал випускової кафедри, з одного боку, та студентів, з іншого) визначення ефективних навчальних пар є доволі непростою задачею. Тобто кількісний обсяг вибірки є відносно великим, особливо це стосується ЗВО національного рівня. Тому постає логічне питання, чи можна залучити додатково певні методи чи методики [2], котрі б тією чи іншою мірою спростили або навіть звузили коло формування ефективних навчальних пар. Як таку методику з успіхом можна використати теорію логіки нечітких множин, зокрема у публікації пропонується використати елементи штучного інтелекту, що ґрунтується на штучних нейронних мережах [4].

Відомо, що апарат штучних нейронних мереж має надзвичайну феноменальну властивість – здатність останніх до навчання (тренінгу) [4]. З точки зору математики згаданий процес описується досить простим алгоритмом. Натомість, не вникаючи глибоко в суть цього алгоритму, констатуємо лише той факт, що подібність процесів навчання штучних нейронних мереж і навчання людини є одним із домінуючих аргументів під час, власне, й використання апарату штучних нейронних мереж у задачах прикладних педагогіки й психології [10]. Загалом штучні нейронні мережі можна поділити на дві фундаментальних групи. Перша – це нейронні мережі, які навчаються за допомогою супервізора (учителя), друга – мережі, що навчаються без супервізора. Обидві групи з успіхом можна використати в задачах психо-педагогіки. Зокрема, у наших працях розроблено нові методи побудови моделей психологічних структур на прикладі аналізу навчальних процесів у ЗВО [7–9]. Ми використовували мережі як першої [7; 8], так і другої [9] груп. Натомість завдання перед цими мережами ставились дещо різні. Так, для мереж, що навчалися із супервізором, ставилась задача моделювання максимально ефективних навчальних пар на основі побудови вхід-

них навчальних векторів, а для мереж, які навчалися без супервізора, – задача кластеризації, тобто виокремлення із заданої матриці вхідних елементів максимально ефективних навчальних пар. Розглянемо коротко концептуальні засади формування цих двох типів задач.

Перший тип стосується задачі побудови моделей ефективних навчальних пар «викладач – студент» на підставі розробленого методу [7], який ґрунтується на нейромережі, що навчається із супервізором [10]. Коротко покажемо цю ідеологію. За відправну точку запропоновано взяти розроблені певним чином психологічні тести, за допомогою яких проводились опитування студентів і викладачів. Питання можна ставити довільної форми, залежно від основного критерію аналізу соціальної системи. Ми запропонували взяти за основу ступінь психологічної сумісності. Анкетне опитування здійснювалось у формі тестів. До відповідного запитання пропонувалась низка відповідей, які від першого до останнього відрізнялись зростанням ступеня агресивності евентуального респондента. Анкета формувалась таким чином, що запропоновані респондентам відповіді були за певним правилом трансформовані в числові еквіваленти, що в результаті дало можливість сформувати навчальні вектори у формі чисел. На основі згаданих векторів здійснювалось навчання (тренінг) мережі. Після чого навчена мережа підлягала тестуванню. Якщо результати тестування мережі будуть задовільними, то можна з високою ймовірністю констатувати: навчена штучна мережа готова до виконання поставлених перед нею задач. Для розв’язування задач подібного типу нами з успіхом було використано прикладну програму *backpropagation*, заімплементовану мовою програмування *Matlab for Windows* [7; 8]. У нашому випадку це формування максимально ефективних навчальних пар «викладач – студент».

Отже, як критерій формування навчальної пари було використано ступінь психологічної сумісності. Цілком зрозуміло, що як критерій можна застосувати й інші залежності, наприклад, спільне коло знайомств, спільні уподобання, наука, мистецтво, спорт тощо. Таким чином, використання додаткових критеріїв потребує формування додаткових анкет, звичайно, з подальшою числовою еквівалентацією відповідей респондентів. Відтак, на цій підставі будується друга нейронна мережа з подальшим навчанням та тестуванням останньої і т. д. У результаті ми отримуємо кілька підготовлених навчених нейронних мереж, які представляють свої варіанти ефективних навчальних пар. І не факт, що згадані пари повністю збігаються. У такому випадку потрібно заангажувати додатково апарат теорії ймовірностей з елементами математичної статистики. Наприклад, можна обчислити математичне сподівання випадкової величини (тут – ефективних навчальних пар), що, зрозуміло, дасть нам набагато точніші й правильніші варіанти відповідей.

Позитивний бік згаданого методу є зрозумілим. Натомість основним недоліком останнього є необхідність створення навчальних векторів для тренінгу нейромережі, що, зрозуміло, є досить непростою задачею. Такого недоліку позбавлені мережі другого типу, які використовуються для розв’язування не задач моделювання, а задач кластеризації. Ідеологія навчання мереж другого типу відрізняється від попередньої [10]. Важливим моментом є формування навчальної матриці коефіцієнтів тренінгу. Згадані коефіцієнти, знову-таки, як і в попередній задачі, потрібно сформувати на підставі опитувань респондентів за допомогою тестових анкет, у яких евентуальні відповіді за наростаючою відображатимуть стан психологічного ставлення до поставленого питання відповідного респондента. Якщо для розв’язання задач першого типу задля звуження можливого обсягу ефективних навчальних пар «викладач – студент» необхідно будувати кілька нейронних мереж, то для задач другого типу будується тільки одна мережа, матриця коефіцієнтів якої може, зрозуміло, розширюватись або звужуватись залежно від поставленої перед мережею задачі. У результаті внаслідок мінімізації відповідних математичних функцій навчена (без супервізора) мережа виокремлює оптимальні кластери. Виділені мережею кластери з високою ймовірністю можна взяти за основу під час формування можливих навчальних пар. Як навчальний алгоритм ми використовували метод *WTA* (*Winner Takes All* – переможець одержує все) імплементований мовою програмування *Matlab for Windows* [9]. Згаданий алгоритм, на нашу думку, є доволі ефективним для розв’язання задач кластеризації за умови відсутності детермінованих величин.

Для аналізу соціальних процесів здійснено два дослідження, які проводились у Національному університеті «Львівська Політехніка». Перше стосувалось методу аналізу системи за до-

помогою нейромережі, що навчається із супервізором, а друге – за допомогою нейромережі, що навчається без супервізора. Представимо коротко інформацію, щодо другого дослідження.

Опитування проводилось у студентській групі, що складається з 26 осіб. Результати опитувань (анкетування) трансформовані в елементи навчальної матриці нейромережі. Останні зведено в таблицю. Формування стрічок навчальної матриці відповідає порядковому номеру списку студентів за алфавітом, а формування стовпців здійснюється за номерами ключових запитань (у порядку зростання агресивності), відповіді на які трансформувались у числові коефіцієнти [9]. У результаті тренінгу мережа навчилася за 200 епох. Після чого було виділено 4 кластери: до першого (найагресивніші) – увійшла одна особа; до другого (дещо менш агресивні) – дві особи; до третього (низька агресивність) – дев'ять осіб і до четвертого (неагресивні) – чотирнадцять осіб. Таким чином, за рівнем агресивності нейромережа виділила чотири групи. У подальшому це істотно спростить процедуру формування ефективних навчальних пар.

Розглянута в статті низка методів аналізу складних соціальних систем (у нашому випадку формування максимально ефективних навчальних пар «викладач – студент»), без сумніву, істотно спрощують роботу психо-педагога та, на жаль, не можуть повною мірою замінити роботу останнього. Але така задача й не ставилась перед нами. Цілком зрозуміло, що в стохастичних системах порушувати питання про детермінованість результатів не резонно. Тут розглядається питання тільки про збільшення ступеня ймовірності формування максимально ефективних навчальних пар. На нашу думку ефективність розглянутих у праці методів істотно зростає в системах високого порядку (тут: великої вибірки респондентів з обох сторін), а це в математичному розумінні приводить до високих порядків навчальних векторів для мереж із супервізором та матриці коефіцієнтів для мереж без супервізора. Також не буде зайвим наголосити, що аналіз соціологічної системи вишу на предмет формування (виокремлення) максимально ефективних навчальних пар є суто ситуативним. Подібні методи можуть бути ефективними й у соціальних системах іншого типу, у яких, зокрема, постає проблема формування евентуальних сумісних пар, наприклад, у медичних, спортивних, адміністративних та інших закладах. Ефективність результату залежатиме від можливості правильного формування опитувальних анкет, а відтак – від правильної трансформації поставлених запитань та одержаних відповідей у числові еквіваленти навчальних векторів та матриці коефіцієнтів.

Висновки й перспективи подальших досліджень. Використання апарату нечіткої логіки та штучного інтелекту, що ґрунтуються на теорії штучних нейронних мереж у задачах прикладної психо-педагогіки, істотно розширює можливості останньої. Особливо це актуально під час дослідження динамічних соціальних систем високого порядку, зокрема застосування згаданого апарату є доцільним під час формування максимально ефективних навчальних пар «викладач – студент» у ЗВО.

Штучні нейронні мережі, що навчаються із супервізором, доречно використовувати в задачах моделювання динамічних процесів у соціальних системах ЗВО, утім це стосується й формування відповідних структурних одиниць, зокрема ефективних навчальних пар «викладач – студент», істотно спрощує роботу психолога та педагога щодо створення таких пар.

Застосування штучних нейронних мереж, які навчаються без супервізора, у задачах класифікації соціальних систем високих порядків, зокрема виділення із заданої множини відповідних кластерів, відкриває перспективу виокремлення максимально ефективних навчальних пар «викладач – студент», що є важливим питанням покращання рівня навчання у ЗВО.

Розглянуті методи моделювання та кластеризації у складних соціальних системах високого порядку можуть бути корисними не тільки для задач формування максимально ефективних навчальних пар «викладач – студент», а й для інших задач подібного характеру, тобто для задач формування практично будь-яких сумісних пар та інших вузьколокальних колективів. Основна проблема тут полягає у правильній концепції формування навчальних векторів та матриці еквівалентних коефіцієнтів.

Застосування подібних інноваційних підходів у задачах прикладних педагогіки й психології має, без сумніву, динамічну перспективу. Адже розглянутий нами тип задач у математичному аспекті оперує звичайними вектор-стовпцями та матрицями коефіцієнтів. Тобто це можна розглядати

як використання тензорів першого та другого рангів. Натомість можна теоретично сформулювати задачу про об'єднання ідеологій моделювання й кластеризації. А відтак, постає логічне запитання, у який спосіб це можна зробити. На нашу думку, така перспектива є реальною. І для цього, зрозуміло, необхідно розширити коло вхідної інформації, а отже, порядок матриці системи. Іншими словами, використати тензори вищих рангів.

Використані джерела

- [1] Н. А. Зенкова, “Моделирование на основе искусственных нейронных сетей как метод исследования в психологической науке”, *Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки*, т. 14. (3), Тамбов, с. 577-590, 2009.
- [2] Л. С. Куравский, С. Б. Малых, Т. Е. Кравчук, И. В. Кузнецова, и Н. Я. Семаго, “Методы классификации в психодиагностических исследованиях”, *Вопросы психологии*, №1, с. 157-168, 2006.
- [3] Д. Майерс, *Социальная психология*. Санкт-Петербург: Питер, 2013.
- [4] С. Осовский, *Нейронные сети для обработки информации*, М.: Финансы и статистика, 2002.
- [5] О. В. Сухомлинська та К. Д. Ушинський. *Українська педагогіка в персоналіях ХХ століття*, О. В. Сухомлинська. Ред. Київ, Україна: Либідь, 2005, с. 284-292.
- [6] Л. Л. Товажнянський, О. Г. Романовський, В. В. Бондаренко, О. С. Пономарьов, та З.О. Черваньова, *Основи педагогіки вищої школи*. Харків, Україна: НТУ ХПІ, 2005.
- [7] Г. В. Чабан, та Р. А. Чабан, “Моделювання соціально-психологічних процесів у навчальних структурах”, *Актуальні проблеми соціології, психології, педагогіки*, № 4 (21), с. 165-171, 2013.
- [8] Г. В. Чабан, “Моделювання ефективних навчальних пар викладач-студент у вишах на основі методів прикладної соціальної психології”, *Вісник Одеського національного університету*, т. 19, вип. 2 (32), с. 350-358, 2014.
- [9] Г. В. Чабан, “Визначення ступеня психологічної сумісності в навчальних структурах вищої освіти”, *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. № 1095, с. “Психологія”, вип. 53, с. 229-232, 2014.
- [10] Ф. Уоссермен, *Нейрокомпьютерная техника: теория и практика*. Москва, Россия: Мир, 1992.
- [11] Mayor, Julien, Plunkett, and Kim, “A neurocomputational account of taxonomic responding and fast mapping in early word learning”, *Psychological review*, 117(1):1, 2010.
- [12] W.G. Baxt, “Complexity, chaos and human physiology: the justification for non-linear neural computational analysis”, *Cancer Letters*. 1994. Vol. 77, No. 2-3. p. 85-93.

References

- [1] N. A. Zenkova, “Modeling based on artificial neural networks as a research method in psychological science”, *Vestnyk Tambovskoho univversyteta. Ser. Estestvennyye y tekhnicheskyye nauky*, t. 14. (3), Tambov, s. 577-590, 2009. (in Russia)
- [2] L. S. Kuravskiy, S. B. Malukh, T. E. Kravchuk, Y. V. Kuznetsova, y N. Ya. Semaho, “Classification Methods in Psychodiagnostic Research”, *Voprosu psykholohyy*, №1, s. 157-168, 2006. (in Russia)
- [3] D. Maiers, *Sotsyalnaia psykholohyia*. Sankt-Peterburh: Pyter, 2013. (in Russia)
- [4] S. Osovskiy, *Neironnyye sety dlia obrabotky ynformatsyy*, M.: *Fynansy y statystyka*, 2002. (in Russia)
- [5] O. V. Sukhomlynska ta K. D. Ushynskiy. *Ukrainska pedahohika v personaliiakh XX stolittia*, O. V. Sukhomlynska. Red. Kyiv, Ukraina: Lybid, 2005, s. 284-292. (in Ukrainian)
- [6] L. L. Tovazhnianskiy, O. H. Romanovskiy, V. V. Bondarenko, O. S. Ponomarov, ta Z.O. Chervanova, *Osnovy pedahohiky vyshchoi shkoly*. Kharkiv, Ukraina: NTU KhPI, 2005. (in Ukrainian)
- [7] H. V. Chaban, ta R. A. Chaban, “Modeling of socio-psychological processes in educational structures”, *Aktualni problemy sotsiolohii, psykholohii, pedahohiky*, № 4 (21), s. 165-171, 2013. (in Ukrainian)
- [8] H. V. Chaban, “Modeling Effective Teacher-Student Couples in Higher Education Based on Applied Social Psychology Methods”, *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu*, t. 19, vyp. 2(32), s. 350-358, 2014. (in Ukrainian)
- [9] H. V. Chaban, “Determination of the degree of psychological compatibility in the educational structures of higher education”, *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. № 1095, s. “Psykholohiia”*, vyp. 53, s. 229 – 232, 2014. (in Ukrainian)
- [10] F. Uossermen, *Neirokompiuternaia tekhnika: teoriya y praktyka*. Moskva, Rossyia: Myr, 1992.
- [11] Mayor, Julien, Plunkett, and Kim, “A neurocomputational account of taxonomic responding and fast mapping in early word learning”, *Psychological review*, 117(1):1, 2010. (in English)
- [12] W.G. Baxt, “Complexity, chaos and human physiology: the justification for non-linear neural computational analysis”, *Cancer Letters*. 1994. Vol. 77, No. 2-3. p. 85-93. (in English)

Галина Чабан, ассистент кафедры педагогики и инновационного образования Национального университета "Львовская политехника", г. Львов, Украина.

Александра Кухтяк, кандидат педагогических наук, ведущий специалист Центра тестирования и диагностики знаний Национального университета "Львовская политехника", г. Львов, Украина.

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ПРИКЛАДНОЙ ПЕДАГОГИКИ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Рассмотрена проблема анализа социальной системы, которая состоит из множества студентов и преподавателей учреждения высшего образования на предмет создания эффективных учебных пар «преподаватель – студент». Для формирования упомянутых учебных пар использованы элементы теории искусственного интеллекта, основанной на искусственных нейронных сетях. Проанализированы задачи моделирования и кластеризации, которые решались на примере структур Национального университета "Львовская политехника". Осуществлен анализ проведенных исследований, а также представлены перспективы развития последних.

Ключевые слова: прикладная педагогика, учебный процесс, психологическая совместимость, эффективная учебная пара, искусственный интеллект, искусственная нейронная сеть.

Halyna Chaban, assistant of the Department of Pedagogy and Innovation Education at the National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine.

Oleksandra Kukhtiak, Candidate of Pedagogical Sciences, leading specialist of the Center of testing and Diagnostics of Knowledge at the National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine.

APPLICATION OF THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS THEORY IN PROBLEMS OF APPLIED PEDAGOGY OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

The paper deals with the problem of social system analysis, which consists of a large number of students and teachers of a higher educational institution for the creation of effective educational pairs of a teacher-student. As an example, we used the elementary structures of Lviv Polytechnic National University - graduating departments. Elements of artificial intelligence theory based on artificial neural networks were used to form the mentioned training pairs. Two types of research are analyzed. The first type of research was to model effective training pairs of a student-teacher, and the second type was to isolate these effective pairs from a given sample size, that is, the clustering problem was solved. For the first type of tasks, we used the artificial neural network machine trained with the supervisor, in particular, the well-known backpropagation method, implemented with the Matlab for Windows programming language. For the second type of tasks, the device used artificial neural networks trained without a supervisor, in particular, the famous method WTA (Winner Takes All - the winner takes everything), also implemented in the language of Matlab for Windows.

It is also considered the possibility of improving our modeling and clustering methods by expanding the size of training vectors for supervisor networks, as well as expanding the coefficient matrix for clustering problems. The possibility of applying our methods to the problems of applied psychology and pedagogy with respect to such high sampling social systems is substantiated. The analysis of the conducted researches is carried out, as well as the development prospects of the latter are presented. The hypothesis about the possibility of combining modeling and clustering problems into a single one by expanding the order of the input vector columns and the coefficient matrix, that is, in mathematical interpretations of the implementation of a higher rank tensor, was hypothesized.

Keywords: applied pedagogy, educational process, psychological compatibility, effective educational pair, artificial intelligence, artificial neural network, teaching methodology.