

УДК 61:681.3.002

## НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ СКЛАДАННЯ СТУДЕНТАМИ-МЕДИКАМИ ЛІЦЕНЗІЙНОГО ІНТЕГРОВАНОГО ІСПИТУ «КРОК 1» НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОТОЧНОЇ УСПІШНОСТІ ТА СЕМЕСТРОВОГО КОМПЛЕКСНОГО ТЕСТОВОГО ІСПИТУ

**В.П. Марценюк, А.В. Семенець, О.О. Стаханська**

*Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського*

У роботі вивчено можливості нейромережевого прогнозування результатів ліцензійного інтегрованого іспиту на основі даних про поточну успішність та семестрові комплексні тестові іспити. Встановлено, що значно покращити передбачуваність може попередньо проведена нейромережева кластеризація студентів-медиків.

**Ключові слова:** медична освіта, нейромережеве прогнозування, кластеризація.

## НЕЙРОСЕТЕВОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СДАЧИ СТУДЕНТАМИ-МЕДИКАМИ ЛИЦЕНЗИОННОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО ЭКЗАМЕНА «ШАГ 1» НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ И СЕМЕСТРОВОГО КОМПЛЕКСНОГО ТЕСТОВОГО ЭКЗАМЕНА

**В.П. Марценюк, А.В. Семенец, О.О. Стаханская**

*Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского*

В работе изучены возможности нейросетевого прогнозирования результатов лицензионного интегрированного экзамена на основе данных о текущей успеваемости и семестровых комплексных тестовых экзаменах. Установлено, что значительно улучшить предсказуемость может предварительно проведенная нейросетевая кластеризация студентов-медиков.

**Ключевые слова:** медицинское образование, нейросетевое прогнозирование, кластеризация.

## NEURONETWORK PREDICTION OF LICENSE INTEGRATED EXAM "STEP 1" PASSING BASED ON CURRENT RESULTS AND SEMESTER COMPLEX TEST EXAM FOR MEDICAL STUDENTS

**V.P. Martsenyuk, A.V. Semenets, O.O. Stakhanska**

*Ternopil State Medical University by I.Ya. Horbachevsky*

In the work there were studied possibilities of neuronetwork prediction of results of license integrated exam based on data on current results and semester complex test exam. Primary neuronetwork classterization of medical students is proved to improve predictability.

**Key words:** medical education, neuronetwork prediction, classterization.

**Вступ.** Оцінка і прогноз майбутніх ситуацій є важливими в управлінні бізнесом, в таких задачах, як контроль інвестицій, поставок, оцінка заробітної плати, прогнозування попиту на продукцію. Неточні і помилкові оцінки можуть призвести до погіршення ситуації та повного хаосу. Зменшення продажів, неефективне розміщення ресурсів часто є безпосереднім результатом прогнозів, що виявилися неспроможними передбачити майбутні ситуації.

© В.П. Марценюк, А.В. Семенець, О.О. Стаханська

Проблеми точних і якісних прогнозів виникають також в медицині, а саме: в клінічній практиці - при передбаченні розвитку захворювання; в профілактичній медицині - при прогнозуванні поширення епідемій і ін.

У той же час залишається практично недослідженою проблематика прогнозування в управлінні освітою, зокрема медичною. Інформація про рівень поточної успішності студентів-медиків з дисциплін є базовою для

складання прогнозів щодо результатів складання державних ліцензійних інтегрованих іспитів [1]. Такі прогнози можуть бути використані при корегуванні навчальних планів і програм, розкладів і змісту навчального процесу з метою покращення успішності [2].

**Метою роботи** є вивчити можливості нейромережевого прогнозування в передбаченні результатів ліцензійного інтегрованого іспиту на основі даних про поточну успішність та семестрові комплексні тестові іспити.

**Матеріали та методи дослідження.**

Microsoft Excel має вбудований інструментарій для прогнозування, але точність його результатів недостатня, особливо коли наявні нелінійні зв'язки або невизначеності в даних. Це часто має місце, коли аналізуються дані в бізнесі, фінансовій галузі, соціології, медицині. Нейронні мережі є широко розповсюдженою технологією для прогнозування таких складних задач. Змодельовані на зразок людського мозку нейромережі є мережами взаємопов'язаних процесорів, які, змінюючи свої зв'язки (цей процес називається навчанням), навчаються вирішенню проблеми.

Методи нейронних мереж можна використовувати в будь-якій ситуації, де потрібно знайти значення невідомих змінних або характеристик за відомими даними спостережень або вимірювань (сюди відносяться різні задачі регресії, класифікації і аналізу часових рядів), причому цих історичних даних повинна бути достатня кількість, а між відомими і невідомими значеннями дійсно повинні існувати деякий зв'язок або система зв'язків (нейронні мережі досить стійкі до шумів).

Одна з головних причин, чому аналітики все ще повільно використовують такі передові методи, як нейромережі, при покращенні прогнозів, є те, що ці

методи є складними в опануванні. NeuroXL Predictor усуває психологічні і практичні бар'єри, приховавши складність своїх передових нейромережевих методів і використавши переваги популярності електронних таблиць Microsoft Excel.

Головні медичні застосування NeuroXL Predictor включають:

- прогнозування змін медичних даних в часі. Це задача прогнозування часових рядів. Прикладами є прогнозування росту клітин, розвитку захворювання;
- прогнозування одужання пацієнта. Наприклад, дані про рівень потенційного одужання пацієнта можуть надати реалістичні оцінки з метою ефективнішого використання ресурсів та коштів.

**Результати та їх обговорення.** З метою вивчення можливостей нейромережевого прогнозування розглядалися результати успішності студентів теперішнього 4-го курсу медичного факультету ТДМУ (об'єм генеральної сукупності - 248).

На **першому етапі** було вивчено можливості нейромережі (пакет NeuroXL) при прогнозуванні загального результату (вираженого у відсотках кількості правильних відповідей) ліцензійного інтегрованого іспиту «Крок 1», який складався студентами у 2008/09 н.р. В якості навчальної множини для нейромережі було сформовано вибірку із студентів об'ємом 100. Результати прогнозувалися для 148-ми студентів. Вхідними даними в режимі навчання слугували результати поточної та підсумкової (на семестрових комплексних тестових іспитах) успішності з усіх дисциплін, які оцінювалися на іспиті «Крок 1». Вихідні дані - загальні результати «Крок». В таблиці 1 наведено похибки результатів прогнозування відносно реальних даних складання ліцензійного інтегрованого іспиту «Крок 1».

**Таблиця 1.** Похибки в результатах нейромережевого прогнозування загальних результатів складання ліцензійного інтегрованого іспиту «Крок 1»

Номер експерименту	Похибка в навчанні нейромережі	Рівень навчання нейромережі	Показник врахування осциляцій в режимі навчання	Середнє значення похибки в прогнозних даних відносно реальних
1	5 %	0,3	0,7	0,2±12,2
2	3 %	0,3	0,7	-0,1±11
3	2 %	0,3	0,7	-0,2±11,2

Було обчислено вибірккові середні та середньоквадратичні відхилення для результатів прогнозування 148-ми студентів і порівняно з відповідними величинами для реальних даних (Таблиця 2). Зазначимо, що реальне середнє значення результату ліцензійного іспиту «Крок 1» для експериментальної групи становило 73,1±10,0.

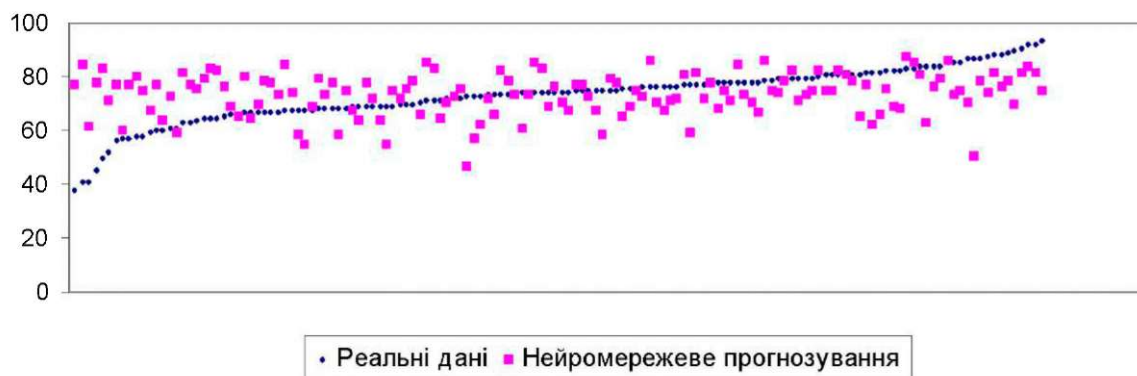
За допомогою <sup>n</sup> критерію Стьюдента було перевірено гіпотезу про рівність середніх для експериментальної групи. Встановлено, що у всіх трьох випадках нейромережевого прогнозування (похибки 5 %, 3 %, 2 %) середні реальних значень складання «Крок 1» та прогнозованих нейромережею рівні між собою з довірчою ймовірністю 0,999.

**Таблиця 2.** Перевірка рівності середніх для нейромережевого прогнозування загальних результатів ліцензійного іспиту «Крок 1» (кількість ступенів свободи - 294)

Номер експерименту	Вибіркове середнє	Вибіркове середньо-квадратичне відхилення	t-критерій Стьюдента	Довірча ймовірність $\chi^2$ критерію Стьюдента для гіпотези про рівність середніх
1	73,3	7,9	0,17	0,999
2	73,1	6,1	0,07	0,999
3	72,9	6,2	0,22	0,999

У той же час, порівнюючи з прогнозуванням середніх значень, слід зазначити, що використання нейромережі NeuroXL для прогнозування результатів конкретних студентів не є настільки успішним. Особливо значущі розбіжності спостерігаються для гра-

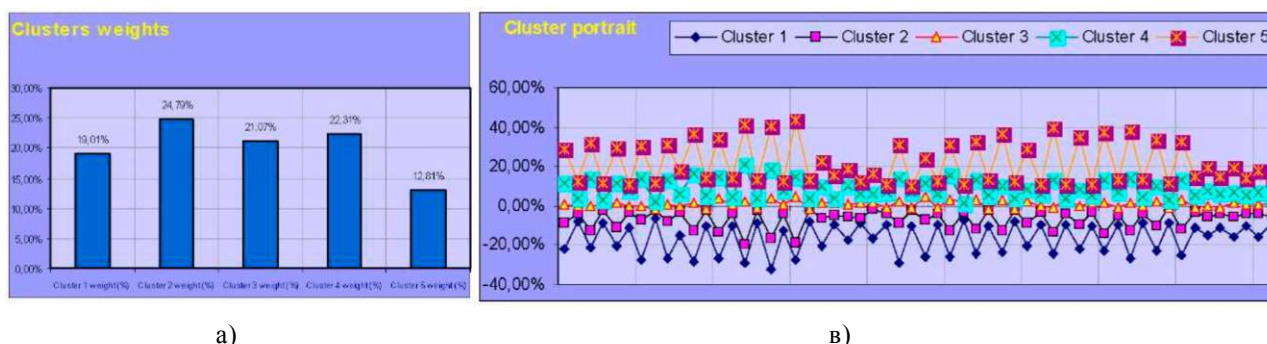
ничних результатів іспиту (рис. 1), тобто для найбільших і найменших значень. У той же час одне із завдань прогнозування - виявити студентів - «кандидатів на нескладання», або навпаки - найбільш потенційно успішних.



**Рис. 1.** Порівняння нейромережевого прогнозування і реальних значень загальних результатів "Крок 1" (% вірних відповідей)

Одна з можливих причин таких розбіжностей полягає в тому, що цілком ймовірно, що результати складання іспиту «Крок» «формуються» для певних кластерів студентів за «різними законами».

Тому з метою покращення прогнозування було попередньо здійснено нейромережеву класифікацію програмою NeuroXL Classifier [3] у 5 кластерів студентів (рис. 2).



**Рис. 2.** Нейромережева кластеризація студентів-медиків на основі поточної успішності та семестрових тестових іспитів програмою NeuroXL Classifier: а) ваги кластерів; б) кластерний портрет (середні значення показників в межах кластерів).

Далі окремо для кожного з 5-ти кластерів проводилося прогнозування. При цьому для навчання в кожному

кластері вибиралася група не менше ніж з 50 % студентів. Досягнута точність навчання - 0,05 % (рис. 3).

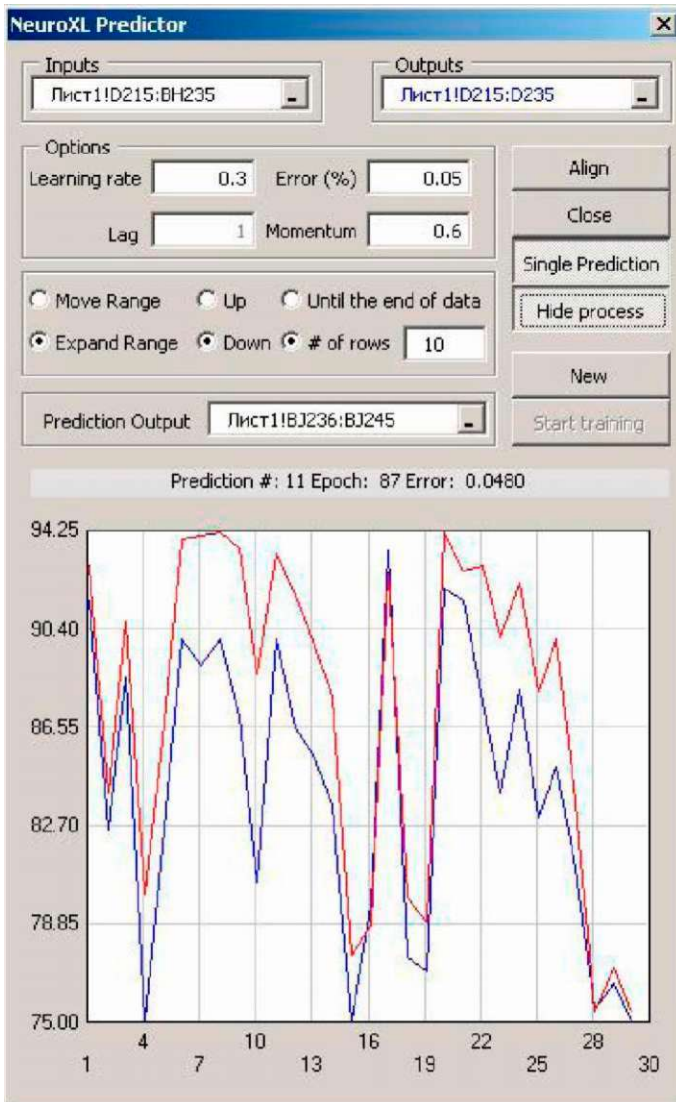


Рис. 3. Похибка навчання нейромережі для студентів 5-го кластера.

Результати нейромережевого прогнозування з попередньою кластеризацією наведені на рисунку 4. При цьому середнє значення похибки в прогнозних даних відносно реальних складає  $0,3 \pm 5,8$ . Це приблизно вдвічі краще, ніж без проведення кластеризації (табл. 1).

На **другому етапі** було вивчено можливості нейромережі при прогнозуванні результатів з окремих предметів (вираженого у відсотках кількості правильних відповідей) на ліцензійному інтегрованому іспиті «Крок 1», який складався студентами у 2008/09 н.р. В якості навчальної множини для нейромережі було

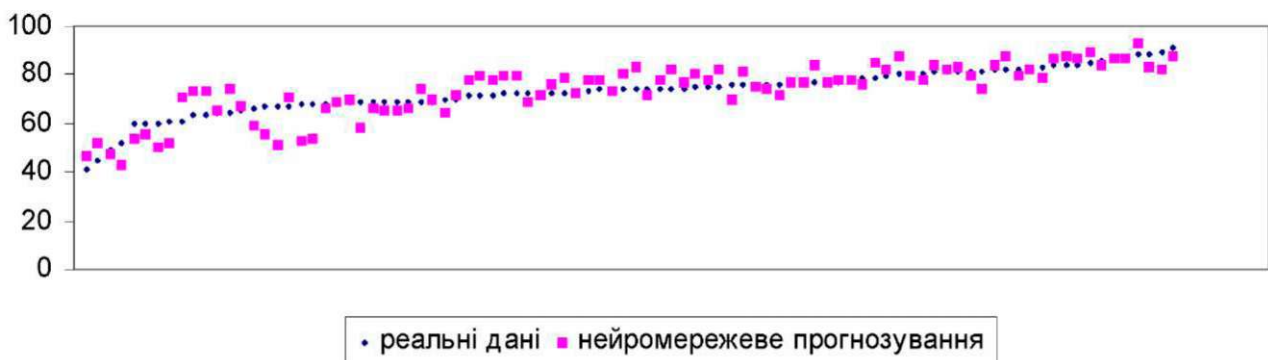


Рис. 4. Порівняння нейромережевого прогнозування (з попередньою кластеризацією) і реальних значень загальних результатів "Крок 1".

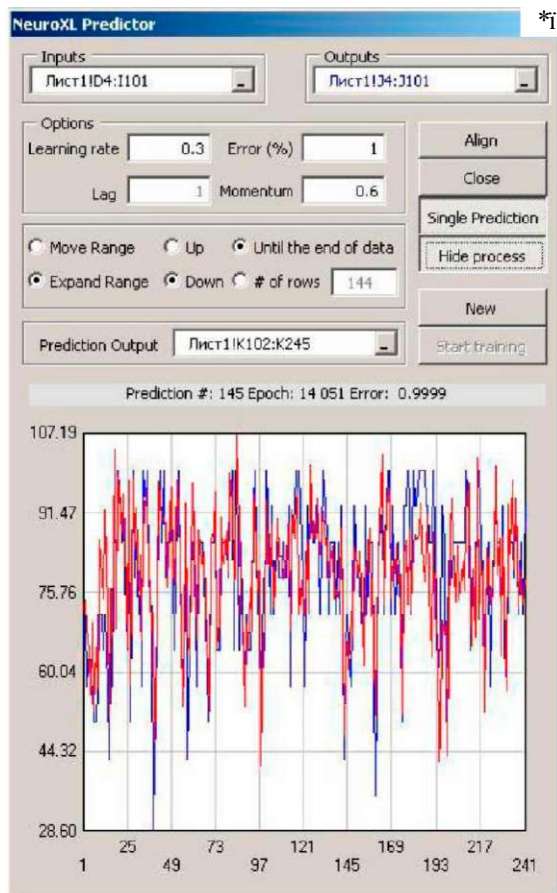
сформовано вибірку із студентів об'ємом 210. Результати прогнозувалися для 38-ми студентів. Вхідними даними в режимі навчання слугували результати поточної та підсумкової (на семестрових комплексних тестових іспитах) успішності з певних дисциплін,

які оцінювалися на іспиті «Крок 1». Вихідні дані - результати «Крок» з тих же дисциплін. В таблиці 3 наведено похибки результатів прогнозування відносно реальних даних складання ліцензійного інтегрованого іспиту «Крок 1» по дисциплінах.

**Таблиця 3.** Похибки в результатах нейромережевого прогнозування загальних результатів складання ліцензійного інтегрованого іспиту «Крок 1» по певних дисциплінах (похибка в навчанні нейромережі - 3 %; рівень навчання нейромережі - 0,3; показник врахування осциляцій в режимі навчання - 0,6)

	Середнє значення похибки в прогнозних даних відносно реальних
Анатомія людини	2,0±10,9
Медична біологія	-2,0±20,6
Біохімія	-0,2±10,9
Гістологія, цитологія та ембріологія	-0,9±14,1
Мікробіологія, вірусологія та імунологія	0,1±13,2
Нормальна фізіологія	0,1±12,2
Патологічна фізіологія	-0,3±14,5
Фармакологія	0,0±13,9

Щодо прогнозування результатів складання іспиту з певних дисциплін конкретними студентами, то тут



**Рис. 5.** Режим навчання нейромережі з похибкою 1 % для дисципліни «Медична біологія».

спостерігається ситуація, подібна з прогнозуванням загальних результатів - існує значне розходження (рис. 5). Воно особливо суттєве для граничних значень оцінок. У той же час слід зазначити, що з окремих дисциплін (анатомія людини, гістологія та фармакологія), на відміну від усіх решти, встановлено навіть наявність кореляційного зв'язку результатів нейромережевого прогнозування з реальними даними.

**Висновки.** 1. У роботі вивчено можливості нейромережевого прогнозування результатів ліцензійного інтегрованого іспиту «Крок 1» на основі поточної успішності та семестрових комплексних тестових іспитів.

2. Нейромережевий підхід дозволяє точно передбачити середні результати складання ліцензійного іспиту. У той же час прогнозування щодо конкретних студентів має суттєве розходження з реальними даними. Причинами таких розбіжностей можуть бути фактори: відмінність у тривалості підготовки студентів до іспиту; використання різних матеріалів для підготовки (баз тестових завдань, підручників і посібників тощо); різна виживаність попередньо набутих знань (з моменту вивчення окремих дисциплін вже минуло 1 -2 роки) і ін.

3. Одна з можливостей усунення таких розбіжностей в прогнозуванні - попереднє проведення нейромережевої кластеризації. Суттєво, що усі студенти з експериментальної групи, які насправді не склали з першого разу ліцензійний іспит, були віднесені нейромережею до першого «найгіршого» кластеру. Проведене в такий спосіб прогнозування дозволило вдвічі зменшити розходження з реальними даними.

**Література**

1. Банчук М. В. Сучасний розвиток вищої медичної та фармацевтичної освіти й проблемні питання забезпечення якісної підготовки лікарів і провізорів / М.В. Банчук, О.П. Волощевець, І.І. Фещенко [та ін.] // Медична освіта. - 2007. - № 2. - С. 5-13.
2. Ковальчук Л. Я. Впровадження нової методики навчального процесу в Тернопільському державному медичному університеті імені І.Я. Горбачевського / Л.Я. Ковальчук // Медична освіта, 2007. - № 2. - С. 16-20.
3. Марценюк В. П. Аналіз результатів семестрових комплексних тестових іспитів в медичній освіті на основі кореляційних показників успішності та багатопараметричної нейромережевої кластеризації / В.П. Марценюк, О.О. Стаханська // Медична інформатика та інженерія. - № 1. - 2010. - С. 53-57.