

Соколюк А.Н.

*Институт информационных технологий и средств обучения АПН Украины*  
**ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ  
ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ**

*Информационная революция, стремительное развитие технологий и коммуникаций ознаменовались переходом к "цифровому" образованию, основанному на общедоступности знаний, принципиально иных способах взаимодействия человека с окружающим миром. Это требует существенной трансформации системы образования, основанной на: - психолого-педагогических и дидактических принципах цифровой образования; - новых подходах к отбору содержания образования; - новых формах, методах, технологиях и средствах обучения и учения, реализованных в рамках современных информационно-образовательных сред обучения; - принципах равных возможностей; - гибкости и адаптивности.*

*В статье осуществлен анализ и сравнение новых технологий, моделей образования, их влияние на формирование сред обучения, которые находят все большее применение в общеобразовательных учреждениях, позволяя решить вопрос расширения доступа учащихся к учебным ресурсам, расширения возможностей сотрудничества и взаимодействия.*

**Ключевые слова:** *информационно-образовательная среда, информационно-коммуникационные технологии, информационно-коммуникационные сети, веб-технологии, образование 1.0-4.0.*

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**Соколюк Олександра Миколаївна** – кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України.

*Коло наукових інтересів:* інформаційно-комунікаційні технології в освіті, проблеми методики навчання фізики.

УДК 373.851

**Є.В. Турчин, Б. Сафонюк**

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

**КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНО З МАТЕМАТИКИ ПО  
ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

*Задача оцінки рівня навчального закладу по певному предмету є досить цікавою і важливою. Нами розглядається наступний тип таких задач: згрупувати у кластери школи певного регіону, знаючи таблицю розподілу по категоріям балів учнів цих шкіл на зовнішньому незалежному оцінюванні (ЗНО) з певного предмету (у нас предмет – математика, регіон – Дніпропетровська область). Хоча така задача є досить природною, схоже, що задачі подібного типу майже ніхто не досліджував. Нами було отримане розбиття шкіл на 4 кластери (від кластеру “слабких” шкіл до кластеру “найкращих” шкіл). Найкращі результати серед декількох методів кластерного аналізу дав метод ієрархічної кластеризації з алгоритмом average linkage. Хоча відділення кластерів не є ідеальним, кластер “слабких” шкіл непогано відділяється від кластерів “добрих” і “найкращих” шкіл.*

**Ключові слова:** *кластерний аналіз, зовнішнє незалежне оцінювання, математична освіта, тестування.*

**Постановка проблеми.** Мета роботи – розбити школи Дніпропетровської області на кластери, що відповідають різним рівням підготовки з математики. Задача була орієнтована на виявлення шкіл області, випускники яких можуть успішно навчатись на спеціальностях ДНУ імені Олеся Гончара, які вимагають відносно високого рівня підготовки з математики.

**Аналіз актуальних досліджень і публікацій.** Статистичний аналіз результатів стандартизованих тестів проводився багатьма дослідниками – зокрема, вивчення зв’язку між

результатами школяра на тесті та його успішністю у ВНЗ, вивчення валідності тестів і т.п. (див. [2]–[4]). Але така задача як класифікація шкіл за розподілом балів їх учнів на тесті практично не досліджувалась.

**Метою статті** є виявлення груп шкіл Дніпропетровської області, близьких за результатами ЗНО з математики.

**Методи дослідження.** Методи кластерного аналізу.

**Виклад основного матеріалу.** Нами розглядається задача класифікації шкіл Дніпропетровської області за рівнем підготовки з учнів з математики на основі результатів зовнішнього незалежного оцінювання з математики у 2016 році. Для кожної школи дані про результати ЗНО з математики мають вигляд наступної таблиці:

Таблиця 1. Структура таблиці результатів ЗНО

Навчальний заклад		Усього	% учасників, які отримали відповідний результат					
Назва	Тип	Взяли участь	не подолали поріг	[100;120)	[120;140)	[140;160)	[160;180)	[180;200]
"Дніпропетровський обласний ліцей-інтернат фізико-математичного профілю"	ліцей	21	0.00	0.00	0.00	0.00	4.76	95.24

З метою уникнення сумнівних результатів нами були вилучені ті школи, де ЗНО склали 10 або менше чоловік. Враховуючи порівняно невеликий обсяг вибірки (353 школи), ми були змушені знизити вимірність даних – а саме, перейти від векторів  $(x_{нп}, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$  до векторів  $(x_{low}, x_{med}, x_{high})$ , де  $x_{нп}, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  – це процент учнів даної школи, що відповідно не подолали поріг, склали ЗНО на кількість балів з проміжків [100;120), [120;140), [140;160), [160;180), [180;200], а  $x_{low}, x_{med}, x_{high}$  – процент учнів даної школи, що склали ЗНО на кількість балів з проміжків [100;140), [140;180), [180;200] відповідно.

Діаграми розсіювання, що відповідають нашій вибірці, у координатах  $(x_{low}, x_{med}), (x_{нп}, x_{low}), (x_{нп}, x_{high}), (x_{med}, x_{high})$  зображені на рис. 1-4 відповідно.

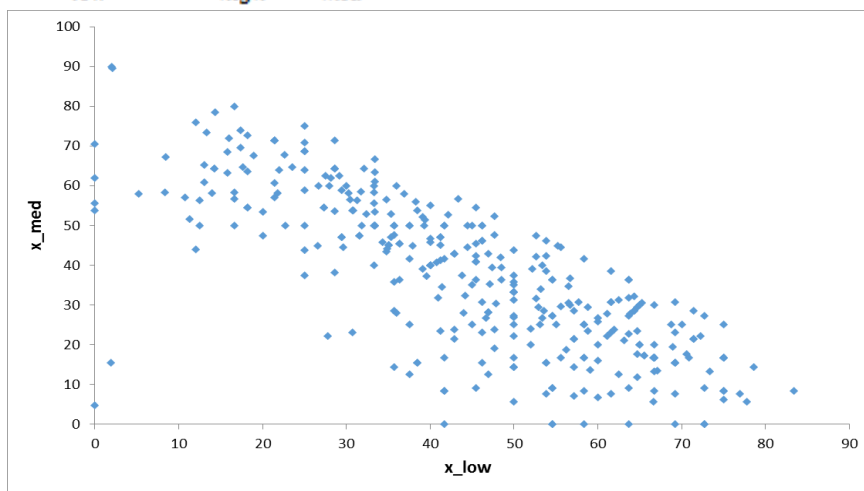


Рис. 1

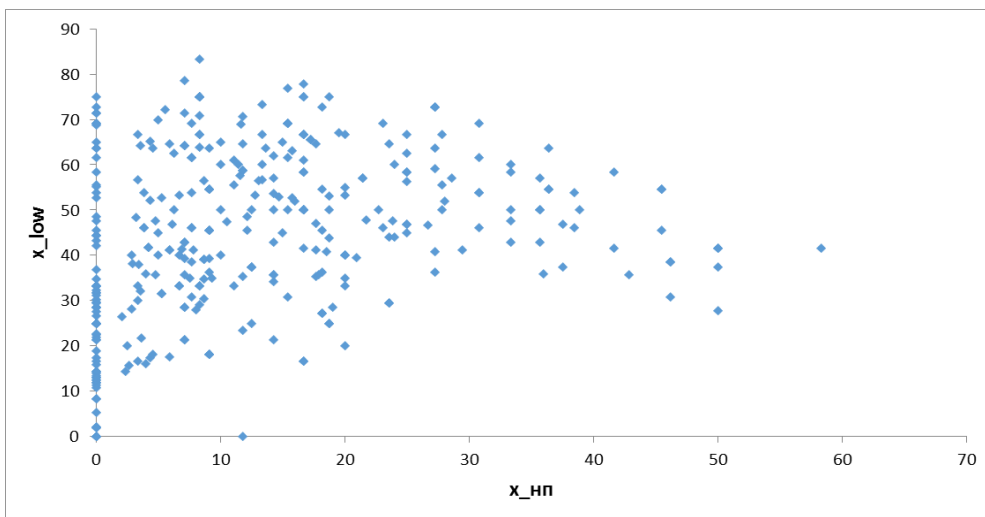


Рис. 2

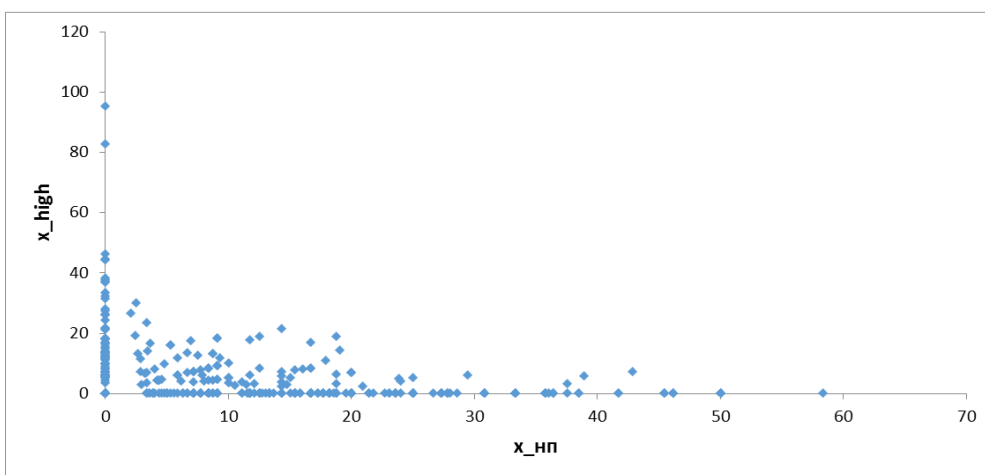


Рис. 3

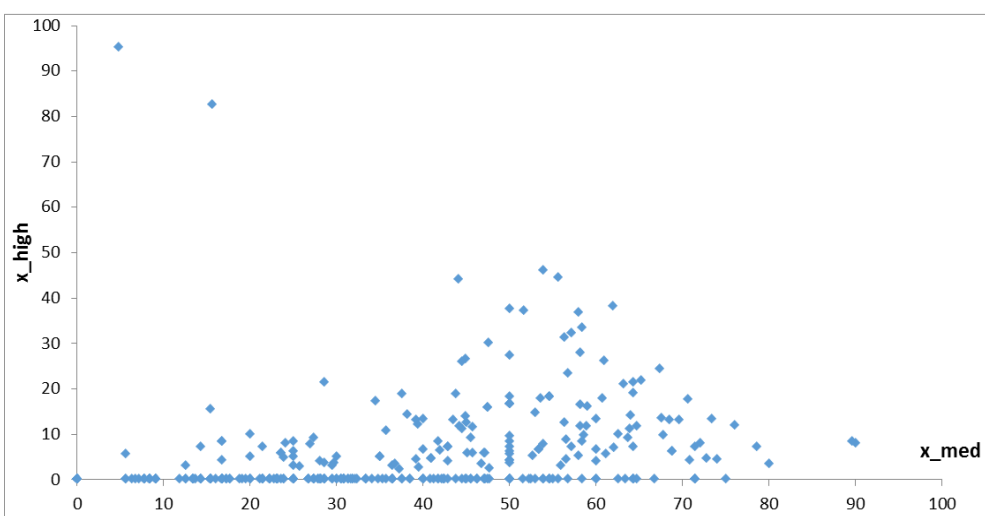


Рис. 4

Надалі нам буде зручно працювати з візуалізацією даних у координатах  $(x_{med}, x_{high})$ . Тривимірну діаграму розсіяння у системі координат  $(x_{low}, x_{med}, x_{high})$  наведено на рис. 5.

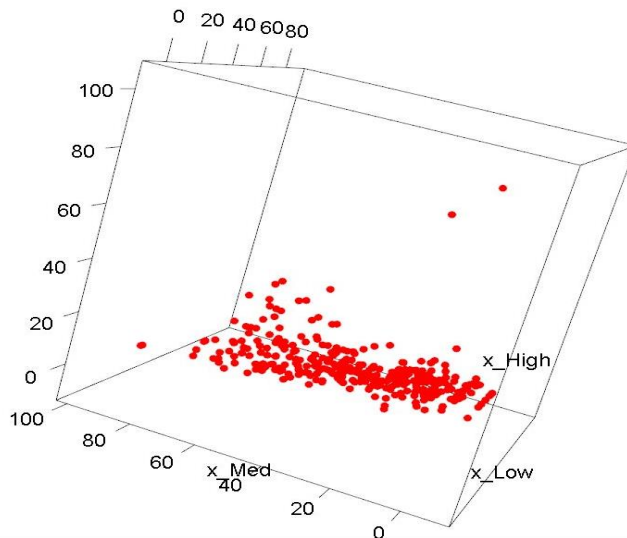


Рис. 5

Нами було використано декілька алгоритмів кластерного аналізу: K-means, K-medoids та ієрархічна класифікація (див. [1]). Відразу зазначимо, що навряд чи має сенс розглядати розбиття шкіл на 5 або більше кластерів, враховуючи, що доброго відокремлення шкіл з “посередніми” результатами учнів від шкіл з “слабкими” результатами учнів візуально не помітно.

Почнемо з алгоритму K-means. Його результати у системі координат  $(x_{med}, x_{high})$  показані на рис. 6.

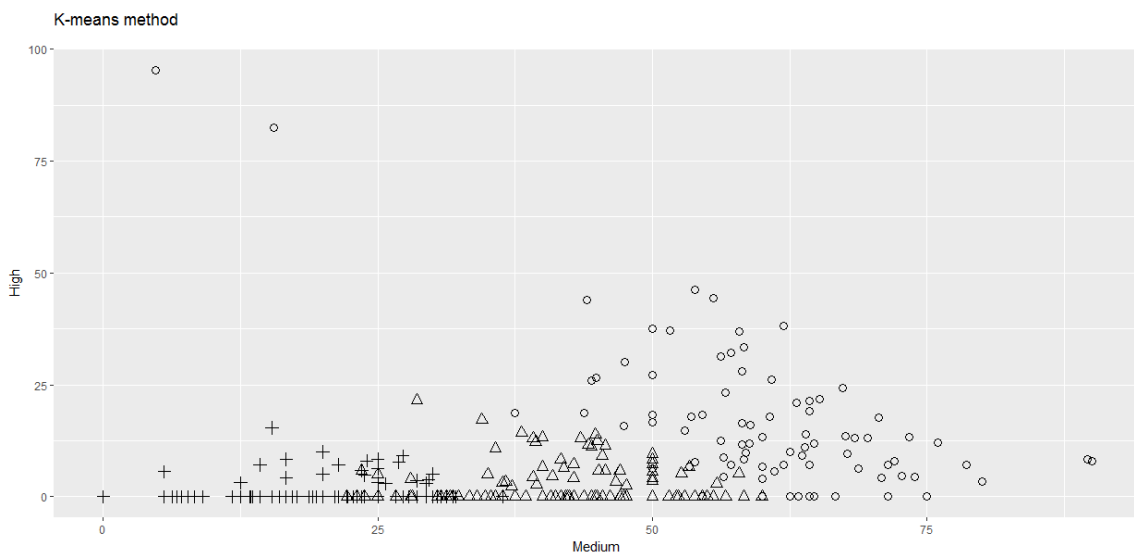


Рис. 6. Кластеризація за допомогою K-means

Кластеризація за допомогою K-means дає не дуже добрі результати, відношення  $Between\ SS/Total\ SS = 0,701$  (це відношення характеризує якість класифікації, чим воно ближче до одиниці, тим відділення краще).

Перейдемо до алгоритму K-medoids. Результати кластеризації за допомогою цього методу наведені на рис.7. Результат мало відрізняється від кластеризації за допомогою алгоритму K-means. Кластери також відокремлюються не дуже добре.

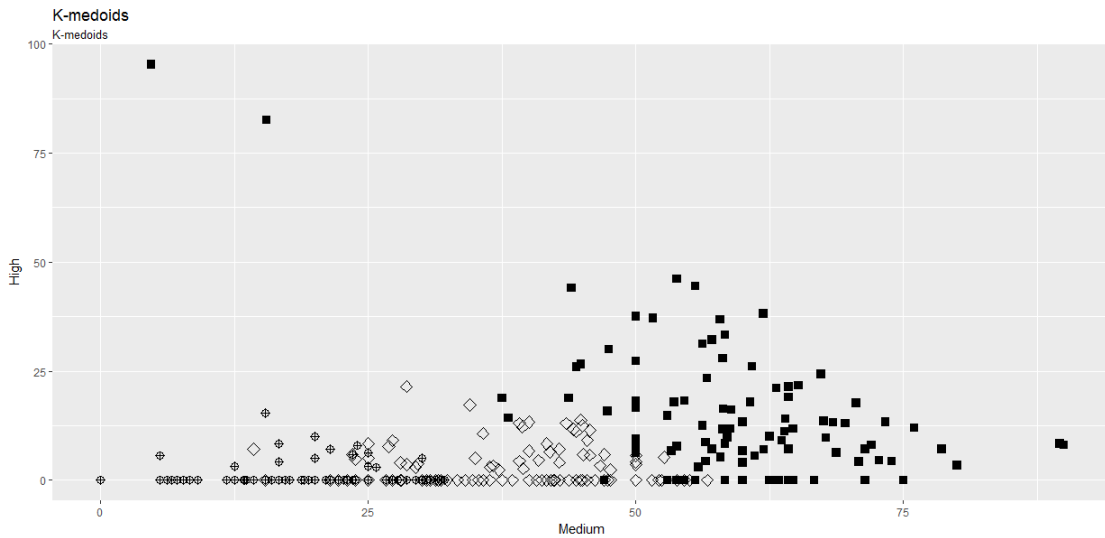


Рис. 7. Кластеризація за допомогою K-medoids

Тепер розглянемо ієрархічну кластеризацію (алгоритм average linkage; дерево було обрізано таким чином, щоб отримати чотири кластера) – див. рис. 8.

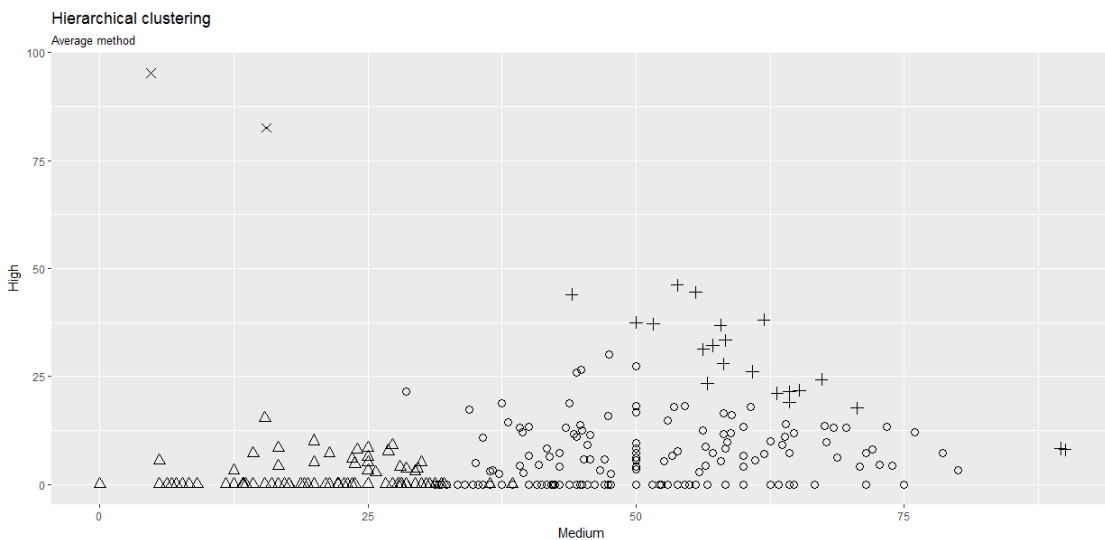


Рис. 8. Ієрархічна кластеризація, алгоритм average linkage

Результати ієрархічної кластеризації вже дають можливість виділити кластер “добрих” шкіл досить логічним чином (на відміну від методів K-means і K-medoids). А саме, у цьому кластері (його елементи позначені плюсами на рис. 8) більшість шкіл має значення координати  $x_{high}$  не менше 25, і, крім того, для всіх шкіл кластера  $x_{high} + x_{low} < 25$ . Враховуючи те, що для нас головне – добре відокремити найкращі школи, природно вважати ієрархічну класифікацію оптимальною.

Розглянемо детально структуру кластерів, які ми отримали ієрархічною класифікацією.

1) Кластер з двох “найкращих” шкіл (елементи кластера – два хрестика у верхньому лівому куту рис. 8). До цього кластера входять два ліцеї фізико-математичного напрямку – це Дніпропетровський обласний ліцей-інтернат фізико-математичного профілю і Ліцей інформаційних технологій. Ці ліцеї грають роль викидів за рахунок того, що результати їх учнів на ЗНО суттєво кращі результатів учнів інших шкіл з кластера “добрих” шкіл (не кажучи вже про інші кластери).

2) Кластер “добрих” шкіл (його елементи позначені плюсами на рис. 8). Значна частина учнів цих шкіл по балам ЗНО задовольняють “мінімальні” вимоги для навчання у ДНУ ім. Олесе Гончара на математичних спеціальностях (досвід показує, що студентам математичних спеціальностей ДНУ, які склали ЗНО з математики менше ніж на 180 балів, можуть мати проблеми під час вивчення складних математичних дисциплін у ДНУ). Слід звернути увагу на два ліцеї (не фізико-математичного профілю), яким відповідають два “викиди” у правому нижньому куту рис. 8.

3) Кластер “посередніх” шкіл (його елементи позначені кружками на рис. 8). Цей кластер досить “широкий”, він включає як школи з досить великою долею учнів, які можуть відносно успішно навчатися на технічних спеціальностях ВНЗ (з не дуже високими вимогами з математики), так і школи, де багато учнів показали слабкі результати на ЗНО.

4) Кластер “слабких” шкіл (на рис. 8 його елементи позначені трикутниками). Тут результати дуже невтішні –  $x_{high} = 0$  для багатьох шкіл, і для всіх шкіл  $x_{high} + x_{low} > 50$ . Крім того, для 8 шкіл кластера  $x_{med} = x_{high} = 0$ . Цей кластер складається з шкіл, де більшість учнів матимуть проблеми із засвоєнням математичних дисциплін навіть на технічних спеціальностях ВНЗ з не дуже високими вимогами з математики.

Резюмуючи: хоча якість кластеризації “в цілому” всіма методами не дуже добра (зокрема, навряд чи можна говорити про чітку межу, що розділяє кластери “посередніх” і “слабких” шкіл), за допомогою ієрархічної класифікації нам вдалося досить впевнено виділити кластери “найкращих” і “добрих” шкіл.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Нами була розглянута класифікація шкіл Дніпропетровської області по розподілу балів їх учнів на ЗНО з математики. Було виділено 4 кластери, що відповідають різним рівням результатів ЗНО з математики. Результати дослідження можуть бути використані для ранжування шкіл області по рівню викладання математики. Подальші дослідження можливі у напрямку класифікації шкіл за рівнем результатів ЗНО з інших предметів або класифікації з одночасним врахуванням результатів ЗНО з двох предметів. Також варто розглянути збільшення вибірки до даних по школам з декількох областей України.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Everitt B.S. Cluster Analysis / B.S. Everitt, S. Landau, M. Leese, D. Stahl – London: Wiley, 2011.
2. Shavelson R.J. Applications of cluster analysis in educational research: looking for a needle in a haystack. / R.J. Shavelson // British Educational Research Journal. – 1979. – Vol. 5.– No. 1. – pp. 45-53.
3. Zwick R. Admissions testing. / R. Zwick // International Encyclopedia of Education (Third edition). – Elsevier, 2010. – Vol. 4. – pp. 7-14.
4. Пересецкий А.А., Давтян М.А. Эффективность ЕГЭ и олимпиад как инструмента отбора абитуриентов. / А.А. Пересецкий, М.А. Давтян // Прикладная эконометрика. – 2011. –Т. 23. – № 3. – С. 41-56.

**I. Turchyn, B. Safonyuk**

*Oles Honchar Dnipro National University*

#### **CLUSTER ANALYSIS OF RESULTS OF EXTERNAL INDEPENDENT TESTING IN MATHEMATICS IN DNIPROPETROVSK REGION**

*Assessment of the level of an educational institution in some subject is an interesting, important and challenging problem. We consider the following type of such problems: schools of a certain region need to be clustered. The input data is a table with the distribution of grades of students of these schools on external independent testing in a certain subject (our subject is mathematics, the region is Dnipropetrovsk region). Although such a problem is quite natural, it seems that almost nobody investigated such problems. We have obtained a partition of schools into 4*

clusters (from the cluster of “weak” schools to the cluster of “excellent” schools). The best results (among several methods of cluster analysis) have been obtained using the hierarchical clustering with the average linkage algorithm. Although the clusters are not separated ideally, the “weak schools” cluster is separated quite well from the “good schools” cluster and the “excellent schools” cluster.

**Key words:** cluster analysis, external independent testing, mathematical education, testing.

**Е.В. Турчин, Б. Сафонюк**

*Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара*

**КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЗНО ПО МАТЕМАТИКЕ  
ПО ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Задача оценки уровня учебного заведения по определенному предмету является достаточно интересной и важной. Нами рассматривается следующий тип таких задач: сгруппировать в кластеры школы определенного региона, зная таблицу распределения по категориям баллов учеников этих школ на внешнем независимом оценивании (ЗНО) по определенному предмету (у нас предмет – математика, регион – Днепропетровская область). Хотя такая задача является достаточно естественной, похоже, что задачи подобного типа почти никто не исследовал. Нами было получено разбиение школ на 4 кластера (от кластера “слабых” школ до кластера “наилучших” школ). Наилучшие результаты среди нескольких методов кластерного анализа дал метод иерархической кластеризации с алгоритмом average linkage. Хотя отделение кластеров не является идеальным, кластер “слабых” школ неплохо отделяется от кластеров “хороших” и “наилучших” школ.

**Ключевые слова:** кластерный анализ, внешнее независимое оценивание, математическое образование, тестирование.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**Турчин Євген Валерійович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри диференціальних рівнянь Дніпровського національного університету імені Олеса Гончара.

*Коло наукових інтересів:* випадкові процеси, вейвлет-аналіз.

**Сафонюк Богдан** – студент Дніпровського національного університету імені Олеса Гончара.

*Коло наукових інтересів:* багатовимірний статистичний аналіз.

УДК 519.61: 37

**Д.С. Харченко, Л.В. Ізюмченко**

*Центральноукраїнський державний педагогічний університет  
імені Володимира Винниченка*

**РОЗВ’ЯЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ ВИЩОЇ ТА  
ЕЛЕМЕНТАРНОЇ МАТЕМАТИКИ ЗАСОБАМИ ІКТ**

У статті описано навчально-методичні особливості роботи учителя з математично обдарованими учнями; показано можливість позакласної роботи на прикладі теми «Розв’язування нелінійних рівнянь»; розглянуто приклад індивідуального навчального завдання для студентів педагогічного ВНЗ; наведено розв’язання однієї задачі високого рівня різними способами, що може бути використано при підготовці учнів до різноманітних математичних турнірів та успішного складання ЗНО; застосовано три способи відокремлення коренів многочлена та проілюстровано сімома числовими методами уточнення коренів, у тому числі методом поділу відрізка навпіл, методом хорд, методом Ньютона (дотичних), двома модифікаціями методу Ньютона, комбінованим методом хорд і дотичних та методом ітерації; створено програму, яка реалізує уточнення кореня із наперед заданою точністю та виводить кількість ітераційних кроків. Крім того, розглянута в умові задача переформульована таким чином, що дозволяє розглянути її як рівняння з параметром; розглянуто розв’язання отриманого рівняння засобами елементарної математики; відмічено позитивний вплив застосовуваних способів розв’язання задачі на підвищення освітнього рівня школярів.

**Ключові слова:** відокремлення коренів нелінійного рівняння, числові методи уточнення коренів, похибка методу, рівняння з параметром, ІКТ.