

## **КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ НА ПРИКЛАДІ ПІДСУМКОВИХ ОЦІНОК УЧНІВ**

**Н. П. Селезньова**

*кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математичної фізики  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут»,*

**Н. В. Селезньова**

*аспірантка Інституту програмних систем НАНУ,*

**С. В. Селезньов**

*учень 11-го класу КПНЛ-145 м. Києва*

Запропонована робота присвячена застосуванню математичного моделювання у сфері дослідження якості навчального процесу на прикладі оцінок, отриманих учнями 9-г класу 145 КПНЛ м. Києва за підсумками першого та другого семестрів 2009-2010 рр. Метод моделювання – побудова кореляційних матриць із рангових коефіцієнтів кореляції Спірмена для всієї сукупності учнів, а також для дівчат та хлопців окремо і подальший аналіз таких матриць. Зокрема, аналіз загальної матриці показує наявність проблем з викладанням хімії, а порівняння матриць для хлопців та дівчат – важливість гендерного аспекту у викладанні певних дисциплін, а також неузгодженість вимог викладачів до учнів (від'ємні коефіцієнти кореляції між спорідненими предметами, наприклад українська та англійська мова у дівчат).

*Ключові слова:* рангова кореляція, кореляційна матриця, коефіцієнт Спірмена, гендерні аспекти.

У загальноприйнятих підручниках з математичної та прикладної статистики ретельно описано різні види коефіцієнтів кореляції та способи їх обчислення, у той же час недостатньо висвітлено їх практичне застосування: в яких випадках слід застосовувати певні коефіцієнти кореляції, який коефіцієнт кореляції слід застосувати в конкретній задачі, а особливо - як слід інтерпретувати отримані результати в даній конкретній задачі.

На сьогодні існують методи об'єктивної оцінки результатів навчального процесу, але не самого процесу в цілому, відповідно покращення процесу становить певну проблему. Метод кореляційного аналізу може допомогти саме у об'єктивному дослідженні навчального процесу та виявленні тих його аспектів, які потребують додаткової уваги, що і буде показано в запропонованій роботі.

Загалом гендерним аспектам успішності учнів в педагогічній літературі практично майже не приділяється увага. В даній роботі показано, що в навчальному процесі має місце залежність як успішності учнів так і оцінювання її в залежності від статі. Тим самим звертається увага на те, що такі аспекти в педагогічній практиці не можна ігнорувати.

Зрозуміло, що рівень знань учня з одного навчального предмету певним чином впливає на рівень знань з іншого предмету. Наприклад, не знаючи елементарних алгебраїчних перетворень і методів розв'язування рівнянь, неможливо займатись задачами фізики, хімії. Не

знаючи рідної мови, загальних правил правопису, синтаксису, складно вивчати чужі мови; зрозуміло що історія рідної країни тісно пов'язана з історією інших країн... Силу та напрям цих зв'язків в знаннях учнів саме і допомагає визначити коефіцієнт кореляції. Проблема полягає в тому, що на сьогоднішній день для величин, визначених в абсолютній формі, таких як вага, відстань, вартість та величин визначених за допомогою експертних оцінок, а саме в нашому випадку оцінок вчителів, існують різні коефіцієнти кореляції. Саме висвітленню цих аспектів кореляційного аналізу і присвячена запропонована робота.

Як правило для дослідження взаємозв'язків між різними випадковими величинами, зокрема оцінками учнів з різних предметів, використовується апарат коефіцієнтів парної кореляції. Але часто закон розподілу цих випадкових величин є невідомим і тому обчислення таких коефіцієнтів не завжди є коректним. Ми ж пропонуємо використати коефіцієнти кореляції Спірмена, які не залежать від розподілу вибірки. Для цього створено програму, яка обчислює ці коефіцієнти у випадку зв'язаних рангів, що є суттєво складнішим, ніж обчислення цих же коефіцієнтів із незв'язаними рангами. Також створена програма може бути застосована в навчальних закладах, для виявлення у навчальному процесі моментів, що потребують особливої уваги.

Конкретніше – на основі підсумкових оцінок учнів за допомогою авторської програ-

ми (у середовищі Delphi 7) будується кореляційна матриця із коефіцієнтів кореляції Спірмена зі зв'язаними рангами.

Подальший аналіз є компаративістським, тобто полягає в порівнянні таких кореляційних матриць для різних підвбірок, а також у порівнянні реальних кореляційних матриць із загальними уявленнями про їхню структуру для аналізованих предметів (так, зрозуміло що математика і фізика – між собою пов'язані, а математика та фізкультура – ні).

Слово *correlation* (кореляція) складається з префікса «со-», яка позначає спільність того, що відбувається і кореня «*relation*», перекладається як «відношення» або «зв'язок». Дослівно *correlation* – взаємозв'язок.

Термін «кореляція» було запозичено з природничих наук. Уперше його ввів у науковий обіг французький зоолог Ж. Кюв'є (1769-1832), проте засновниками теорії кореляції вважаються французький учений-кристалограф О. Браве (1811-1863), німецький фізик, психолог Г. Т. Фехнер (1801-1887), англійський економіст, статистик і математик Ф. І. Еджворт (1845-1926), учений психолог та антрополог Ф. Гальтон (1822-1911) та його учень К. Пірсон (1857-1936), який розвинув теорію аналізу вимірювання статистичних зв'язків.

Розглянемо метод кореляційного аналізу. Усі явища і процеси, що існують в природі та суспільстві, взаємопов'язані й взаємообумовлені, тому дослідження об'єктивних зв'язків між ними – найважливіше завдання статистичного аналізу. У складному переплетінні всеохоплюючого взаємозв'язку будь-яке явище є наслідком дії певної множини причин і водночас – причиною інших явищ. Але причина сама по собі не визначає наслідку, останній залежить також від умов, у яких діє причина. Вивчаючи закономірності зв'язку, причину та умови об'єднують в одне поняття «фактор». Відповідно ознаки, які характеризують фактори (тобто зумовлюють зміни інших, пов'язаних із ними ознак) називаються факторними (незалежними) чи просто факторами. А ті ознаки, що характеризують наслідки (тобто змінюються під дією факторних ознак) є результативними.

Зв'язок між ознаками може проявлятися у функціональній або стохастичній формі.

Функціональна форма зв'язку характеризується повною відповідністю між зміною факторної ознаки й зміною результативної ознаки. Тобто, кожному можливу значенню факторної ознаки ( $x$ ) відповідає одне і тільки одне чітко визначене значення результативної ознаки ( $y$ ). Завдяки цьому функціональну залежність можна описати математичними формулами (наприклад

$y = f(x)$ , де  $f$  – деяка функція. Такий зв'язок маємо у фізичних, хімічних процесах – залежність довжини ртутного стовпчика від температури навколишнього середовища. Функціональні зв'язки притаманні переважно природним і технічним системам. У суспільних процесах – це зв'язок між елементами розрахункових формул показників у адитивній ( $a+b+c$ ) або мультиплікативній формі ( $a=bc, c=a/b$ ), а також залежність середніх величин від структури сукупності. Функціональні залежності вивчають точні науки – математика, фізика, хімія. Для дослідження суспільних явищ їх застосовують нечасто.

Статистична (стохастична) форма зв'язку передбачає, що кожному значенню факторної ознаки відповідає певна множина значень результативної ознаки. Тобто, залежність проявляється не в кожному окремому випадку, а в загальному, при великій кількості спостережень. На відміну від функціональних, стохастичні зв'язки неоднозначні. Такі зв'язки виявляються як узгодженість варіації двох чи більше ознак. Наприклад, залежність між рівнем кваліфікації та продуктивністю праці, залежність між кольором очей та кольором волосся тощо.

Для виявлення та вивчення зв'язків статистика використовує низку методів, зокрема: балансовий метод, метод порівняння паралельних рядів, графічний метод, метод аналітичних групувань, проте перелічені методи вивчення статистичних зв'язків, даючи загальне уявлення про наявність зв'язку та його характер, не ставлять своїм завданням числове вимірювання сили зв'язку. Це питання у статистиці розв'язується методами кореляційного аналізу.

*Кореляційний аналіз має на меті визначити кількісну міру статистичного зв'язку між двома ознаками. Він не встановлює причин залежності між досліджуваними ознаками, а лише виявляє наявність самої залежності, її величину та напрям.*

Отже, метод кореляційного аналізу вирішує наступні завдання:

1) Взаємозв'язок. Чи є взаємозв'язок між ознаками?

2) Непряме здобуття інформації – якщо є відомою поведінка одного параметру, та відомо, що другий параметр з ним корелює – то є відомою і поведінка другого параметру.

3) Класифікація та ідентифікація об'єктів. Кореляційний аналіз допомагає підібрати набір незалежних ознак для класифікації об'єктів.

*Рангова кореляція.* Для обробки даних соціологічних досліджень (анкет), рейтингів, експертних оцінок тощо, часто застосовують

методи рангової кореляції (тобто там, де ознаки вимірюються за допомогою номінальної або порядкової шкали). Найчастіше застосовують коефіцієнти рангової кореляції Спірмена та Кендалла.

Принципових відмінностей між цими коефіцієнтами не існує, але прийнято вважати, що коефіцієнт Кендалла є більш «змістовним», тому що він більш повно і детально аналізує зв'язки між змінними, перебираючи всі можливі відповідності між парами значень. Коефіцієнт Спірмена більш точно враховує саме кількісний ступінь зв'язку між змінними. Порівняльна оцінка коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена та Кендалла показує, що обчислення коефіцієнтів Спірмена проводиться за більш простою формулою. Крім того, коефіцієнт Спірмена дає більш точний результат, оскільки він є оптимальною (за критерієм мінімуму середнього квадрата помилки) оцінкою коефіцієнта кореляції. Отже при практичних розрахунках кореляційної залежності ранжувань доцільніше використовувати коефіцієнт рангової кореляції Спірмена. Особливістю рангових коефіцієнтів кореляції є те, що максимальним за модулем ранговим кореляціям не обов'язково відповідають строги прямо або обернено пропорційні зв'язки між ранжуваннями першого і другого експерта: достатнім є лише монотонний функціональний зв'язок між ними. Рангові кореляції досягають свого максимального за модулем значення, якщо більшому значенню однієї змінної (ранжування першого експерта) завжди відповідає більше значення іншої змінної (ранжування другого експерта) або більшому значенню однієї змінної завжди відповідає менше значення іншої змінної.

Рангова кореляція є аналогом парної кореляції для тих випадків, коли досліджувані величини представлені не у відносній шкалі, а в якій-небудь іншій (порядковій або інтервальній), а також у випадках, коли закон розподілу досліджуваних змінних є невідомим. У такому випадку перед проведенням кореляційного аналізу, значенням змінних присвоюються певні ранги. Для цього їх розташовують у порядку зростання або спадання, і кожному значенню змінної присвоюється ранг від 1 до  $N$ , де  $N$  – загальна кількість значень. У випадку, коли кілька елементів мають однаковий ранг, то кожному з них присвоюється середнє значення від зайнятих ними місць.

*Допущення:* усі спостереження взаємно незалежні; усі значення спостережень взяті з однієї і тієї ж двовимірної генеральної сукупності, тобто вважаємо, що  $X$  та  $Y$  однаково розподілені.

*Коефіцієнт кореляції рангів Спірмена.* Чарльз Едвард Спірмен (англ. Charles Edward Spearman; роки життя 1863-1945) – англійський психолог, професор Лондонського і Честерфілдського університетів. Він є творцем багатьох методів математичної статистики.

Визначення коефіцієнту рангової кореляції Спірмена відноситься до непараметричного методу, який застосовується з метою статистичного вивчення зв'язку між явищами. Цей коефіцієнт фактично визначає ступінь паралелізму між двома кількісними рядами ознак, що вивчаються а також кількісну оцінку тісноти встановленого зв'язку. Коефіцієнт рангової кореляції доцільно застосовувати при наявності невеликої кількості спостережень і не тільки для кількісно визначених даних, а і у випадках, коли значення змінних визначаються описовими ознаками різної інтенсивності.

Загалом, коефіцієнт рангової кореляції Спірмена застосовують у випадках, коли:

- змінні мають рангову шкалу вимірювання;
- розподіл даних суттєво відрізняється від нормального або про нього взагалі нічого невідомо;
- вибірки мають невеликий об'єм ( $N < 30$ ) [1; 2].

Аналізуючи коефіцієнти як парної кореляції так і кореляції Спірмена, слід пам'ятати, що кореляція не є показником залежності одного фактора від іншого, а лише встановлює їх сумісну варіативність. Якщо дві ознаки змінюються узгоджено, то це може означати, що має місце ще і якийсь третій фактор, що впливає на ці дві ознаки.

Розглянемо відмінності *коефіцієнта парної кореляції від коефіцієнта кореляції Спірмена*. У формулі парної кореляції застосовується середнє арифметичне і середньоквадратичне відхилення рядів, для яких визначають коефіцієнт кореляції, а у формулі Спірмена ці параметри не застосовуються.

*Основна відмінність коефіцієнту кореляції Спірмена та Кендала* від інших коефіцієнтів кореляції полягає в тому, що вони обчислюються не на основі первинних даних, а на основі рангів, які присвоюються всім значенням досліджуваних ознак, що розміщені у порядку зростання. Якщо значення ознак співпадають, то ранг визначається шляхом ділення суми рангів на число значень. У цьому випадку кажуть, що є *зв'язані ранги*. Загалом, ранжування призводить до того, що значення рядів мають однаковий мінімум рівний 1 і максимум, рівний кількості значень (тобто кількості елементів вибірки).

При застосуванні коефіцієнта рангової кореляції Спірмена (позначимо його через  $\rho$ ) умовно оцінюють тісноту зв'язку між ознаками за шкалою Чеддока [2] (див. табл. 1).

Градація щільності зв'язку між явищами

Характеристики щільності зв'язку	Середній		Помітний	Сильний	
	Слабкий	Помірний		Високий	Дуже високий
Величина коефіцієнта кореляції	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-0,9	0,9-1,0

Коефіцієнт кореляції рангів Спірмена визначається за формулою [1; 3]

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (r_i - s_i)^2}{n^3 - n},$$

де  $r_i$  та  $s_i$  – ранги  $i$  – того об'єкта по змінним  $X, Y$ ,  $n$  – число пар спостережень.

Значення коефіцієнтів кореляції рангів Спірмена також коливаються від „-1” до „+1”. Чим ближчими є значення коефіцієнта до 1, тим тіснішим є зв'язок. Знаки „+” або „-” вказують напрям зв'язку. Якщо ранги за обома ознаками співпадають, то зв'язок прямий, тобто  $r_s = 1$ . Якщо  $r_s = 0$ , то зв'язок між ознаками відсутній.

При ранжуванні інколи бувають випадки, коли неможливо знайти істотні відмінності між об'єктами за величиною прояву ознаки. У такому випадку об'єкти називають *зв'язаними*. Таким об'єктам приписують однакові середні ранги, такі, щоб сума усіх рангів залишалась такою ж, як і при відсутності зв'язаних рангів. Наприклад, якщо три об'єкта виявились рівнозначними у відношенні певної ознаки і неможливо визначити, які із трьох рангів (5, 6, 7) приписати цим об'єктам, то кожному об'єкту приписують середній ранг, який визначають, як середнє арифметичне цих рангів, наприклад:  $\frac{5+6+7}{3} = 6$ .

При наявності зв'язаних рангів ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена обчислюють за формулою [1]:

$$\rho = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (r_i - s_i)^2}{\frac{1}{6}(n^3 - n) - (T_r + T_s)},$$

де

$$T_r = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{m_r} (t_r^3 - t_r); \quad T_s = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{m_s} (t_s^3 - t_s), \quad m_r,$$

$m_s$  – число груп однакових рангів у змінних  $X$  та  $Y$ ;  $t_r, t_s$  – число рангів, які входять у групу однакових рангів змінних  $X$  та  $Y$ .

Для проведення практичних досліджень авторами створено програму Correlation. Програма Correlation створена у середовищі Delphi 7. Ця програма призначена для обчислення коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена.

*Вхідними параметрами* є список оцінок учнів з різних предметів, максимальна кількість учнів – 65535, максимальна кількість предметів – 256. За допомогою програми отримано кореляційні матриці коефіцієнтів Спірмена – для всієї сукупності, та окремо для дівчат та хлопців (табл. 1-3).

Проаналізувавши кореляційну матрицю (табл. 1) отримуємо зовсім неочікуваний результат. Здавалося б, гуманітарна група предметів повинна мати сильні взаємозв'язки між собою, але значення відповідних коефіцієнтів кореляції не перевищують 0.6. Дуже дивним є те, що оцінки з зарубіжної літератури мають дуже слабкий зв'язок з оцінками з української літератури, що не піддається стандартній логіці. Це свідчить про вплив на навчання з цих предметів якихось додаткових факторів або про неузгодженість системи оцінювання вчителями рівня знань учнів, чого не має бути з логічно пов'язаними предметами. Можна зробити висновок, що дана ситуація потребує додаткової уваги – в ній є що покращувати.

Таблиця 1

## Кореляційна матриця річних оцінок усіх учнів 9г класу за 2009/2010 роки

Предмети	Укр.мова	Укр.літ.	Заруб.літ.	Англ.мова	Алгебра	Геометрія	ОІ та ОТ	Іст.України	Всесв.іст.	Географія	Правозн.	Біологія	Фізика	Хімія	Фіз.практ.	Худ.культ.	Сер.бал
Укр.м	1.00	057	063	042	056	058	055	052	043	062	026	047	043	032	046	0.26	071
Укр.літ.		100	037	046	060	055	053	060	062	058	047	060	041	026	051	013	075
Зар.літ.			100	004	038	049	053	051	029	041	037	052	020	034	054	048	058
Англ.м.				100	059	053	028	031	040	019	024	040	054	027	025	-019	053
Алгебра					100	090	070	053	046	037	037	056	062	049	055	022	082
Геом.						100	073	046	036	034	034	057	058	049	050	024	081
ОІ та ОТ							100	068	046	044	058	061	052	051	049	030	081
Іст.Укр.								100	085	068	081	079	060	038	058	033	082
Всесв.іст									100	061	073	063	060	042	050	006	073
Геогр.										100	040	054	038	025	043	042	064
Правозн.											100	062	054	046	043	010	067
Біологія												100	069	037	046	039	080
Фізика													100	033	045	001	073
Хімія														100	029	029	058
Фіз.практ															100	006	068
Худ.культ																100	030
<b>Сер.бал</b>																	100

Таблиця 2

## Кореляційна матриця річних оцінок дівчат 9г класу за 2009/2010 роки

Предмети	Укр.мова	Укр.літ.	Заруб.літ.	Англ.мова	Алгебра	Геометрія	ОІ та ОТ	Іст.України	Всесв.іст.	Географія	Правозн.	Біологія	Фізика	Хімія	Фіз.практ.	Худ.культ.	Сер.бал
Укр.м	1.00	041	037	001	059	059	062	042	013	064	013	035	030	012	017	0.27	060
Укр.літ.		100	012	046	060	048	047	050	077	057	054	057	068	009	057	-035	067
Зар.літ.			100	-014	054	053	058	058	-016	040	040	042	012	043	040	070	059
Англ.м.				100	045	043	042	041	059	012	063	066	086	023	005	069	045
Алгебра					100	098	074	066	061	055	054	081	075	055	046	012	090
Геом.						100	076	068	056	057	054	080	071	063	047	014	091
ОІ та ОТ							100	093	023	048	079	071	070	029	042	017	087
Іст.Укр.								100	029	054	090	072	065	035	045	049	055
Всесв.іст									100	035	041	057	066	035	045	049	055
Геогр.										100	030	062	037	029	052	-002	068
Правозн.											100	064	070	038	049	-016	075
Біологія												100	086	032	039	-016	082
Фізика													100	019	028	-044	073
Хімія														100	033	013	055
Фіз.практ															100	013	065
Худ.культ																100	008
<b>Сер.бал</b>																	100

## Кореляційна матриця річних оцінок хлопців 9г класу за 2009/2010 роки

Предмети	Укр. мова	Укр. літ.	Заруб. літ.	Англ. мова	Алгебра	Геометрія	ОІ та ОТ	Іст. України	Всесв. іст.	Географія	Правозн.	Біологія	Фізика	Хімія	Фіз. практик.	Худ. культ.	Сер. бал
Укр. м	1.00	0,67	0,67	0,62	0,51	0,53	0,35	0,46	0,53	0,53	0,18	0,37	0,39	0,40	0,50	0,12	0,76
Укр. літ.		1,00	0,65	0,40	0,51	0,51	0,49	0,64	0,56	0,53	0,36	0,62	0,14	0,35	0,36	0,45	0,79
Зар. літ.			1,00	0,13	0,26	0,48	0,43	0,47	0,40	0,32	0,36	0,47	0,20	0,23	0,64	0,06	0,65
Англ. м.				1,00	0,60	0,48	0,44	0,10	0,05	0,17	-0,17	0,20	0,30	0,15	0,36	0,06	0,44
Алгебра					1,00	0,84	0,58	0,38	0,30	0,23	0,18	0,41	0,45	0,48	0,54	0,25	0,74
Геом.						1,00	0,66	0,26	0,13	0,17	0,11	0,44	0,42	0,39	0,44	0,24	0,74
ОІ та ОТ							1,00	0,56	0,41	0,29	0,44	0,46	0,29	0,56	0,39	0,24	0,74
Іст. Укр.								1,00	0,88	0,75	0,61	0,67	0,32	0,25	0,39	0,40	0,73
Всесв. іст.									1,00	0,74	0,57	0,38	0,24	0,29	0,34	0,23	0,62
Геогр.										1,00	0,32	0,43	0,20	0,20	0,21	0,58	0,61
Правозн.											1,00	0,36	0,31	0,39	0,20	0,08	0,50
Біологія												1,00	0,55	0,29	0,25	0,60	0,70
Фізика													1,00	0,16	0,24	0,13	0,48
Хімія														1,00	0,16	0,30	0,60
Фіз. практик.															1,00	-0,13	0,51
Худ. культ.																1,00	0,41
Сер. бал																	1,00

Далі, проаналізувавши групу природничих наук, таких як хімія, фізика, біологія, знову отримуємо зовсім неочікувані результати. Здавалось би, що кореляційний зв'язок між цими дисциплінами має бути досить високим (на рівні 0,7-0,9). Насправді ж, спостерігаємо таке: – коефіцієнт кореляції Спірмена у всієї сукупності, загалом, не перевищує 0,37, у дівчат (Рис. 2) – 0,19 між фізикою та хімією, 0,32 хімією та біологією, у хлопців (Рис. 3) – між хімією та фізикою – 0,16, хімією та біологією -0,29. Якщо при цьому звернути увагу на коефіцієнти кореляції між біологією та фізикою у дівчат – 0,86, у хлопців – 0,55, то можна дійти висновку, що є певні проблеми у засвоєнні учнями хімії (що можливо пов'язано з тим, що в 9 класі були відсутні підручники з хімії, і весь навчальний матеріал зберігався лише у конспекті.). Також, з цих даних можна зробити висновок, що ґендерна ознака має вплив на розподіл оцінок учнів. І зовсім несподіваним є те, що хімія найкраще корелюється з правознавством (коефіцієнт Спірмена – 0,42). З цих спостережень випливає, що є суттєві проблеми як у викладанні хімії так і у засвоєнні цього предмету учнями, адже формально ґендерні аспекти не мають впливати на учбовий процес загалом.

Найтіснішим є зв'язок між алгеброю, геометрією та ОІ та ОТ (основи інформатики та обчислювальної техніки), що свідчить про узгодженість критеріїв оцінювання вчителями

з цих навчальних дисциплін, а також про те що учень з поганим рівнем знань з одного із цих предметів не має хороший рівень знань з інших предметів.

Особливу увагу слід звернути на викладання тих предметів, між якими виявлено від'ємні коефіцієнти кореляції, а саме: українська мова та англійська мова у дівчат – (-0,01), англійська мова та правознавство у хлопців – (-0,17), художня культура та англійська мова у дівчат – (- 0,19). Звідси можна зробити висновок, що не все гаразд із викладанням англійської мови, адже від'ємні коефіцієнти кореляції свідчать про неузгодженість вимог викладачів до учнів при їх оцінюванні.

Загалом з аналізу кореляційних матриць коефіцієнтів Спірмена для хлопців і дівчат окремо, видно: у хлопців набагато більше слабких зв'язків між предметами, та значно менше сильно пов'язаних предметів. Блок гуманітарних дисциплін у дівчат дуже слабо зв'язаний, присутні навіть від'ємні коефіцієнти кореляції, що свідчить про суперечливість вимог вчителів до дівчат по цим предметам, у хлопців ситуація трохи краща, але все одно не така, як очікувалось, враховуючи те, що між гуманітарними предметами має бути тісний зв'язок. Також неочікуваною є слабка залежність успішності з природничих наук у хлопців в той час як у дівчат спостерігається середня залежність успішності по цим предметам.

Усі вище перелічені факти свідчать про суттєву відмінність критеріїв оцінювання хлопців і дівчат вчителями. Отже можна дійти висновку, що така ознака як «стать» суттєво впливає на успішність з навчальних дисциплін.

У підсумку проведені дослідження показали, що: наявна слаба корельованість успішності всередині блоків гуманітарних та природничих дисциплін, мають місце від'ємні коефіцієнти кореляції, наприклад, між українською та англійською мовами, зарубіжною літературою та всесвітньою історією, а це уже свідчить про неузгодженість

вимог викладачів до рівня знань учнів, що є недопустимим у будь-якому навчальному закладі; такий фактор як «стать» має відчутний вплив на успішність з певних навчальних дисциплін.

Виявлені недоліки у навчальному процесі свідчать про дію деяких зовнішніх факторів (що не залежать від учнів) на сам навчальний процес.

Запропонований метод аналізу, математичний апарат і технічні засоби можуть бути використані для аналізу навчальних процесів вузів та навчальних закладів з різним рівнем акредитації.

---

---

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Кремер Н. Ш.* Теория вероятностей и математическая статистика / Н. Ш. Кремер. – М.: ЮНИТИ, 2006. – 573 с.
2. *Мазуренко В. П.* Статистика: навч.-метод. посіб. / В. П. Мазуренко. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2006. – 315 с.
3. *Spearman S.* General intelligence objectwely determined and measured / S. Spearman // Amer. J. Psychob. – 1904. – № 15. – P. 201-293.

*Стаття надійшла до редакції 30.03.2012 р.*