

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ПОКАЗНИКІВ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІН МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ ТА ЦИКЛУ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ З ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ НА ОСНОВІ РАНГОВОЇ КОРЕЛЯЦІЇ

*О.М. Дубініна,  
канд. техн. наук, доцент,  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»,  
м. Харків, УКРАЇНА*

*Досліджений взаємозв'язок між показниками успішності по дисциплінах, що входять до циклу фундаментальної підготовки і циклу професійної підготовки бакалаврів з програмної інженерії, а також проведений розрахунок по визначенню напрямку і сили, вищевказаного зв'язку, на підставі коефіцієнта рангової кореляції Спірмена.*

**Ключові слова:** вищі навчальні заклади, програмна інженерія, рангова кореляція, вища математика.

**Постановка проблеми.** Програмна інженерія – це достатньо новий в Україні напрям підготовки фахівців [11], поява якого є потребою часу. Програмна інженерія є такою формою інженерії, яка застосовує принципи інформатики (computer science) та математики для отримання рентабельних рішень в галузі програмного забезпечення [2]. У [13] наголошується, що для забезпечення професійної компетентності, що дозволяє розробляти програмне забезпечення високої якості, програмні інженери повинні мати тверді і глибокі базові знання в області інформатики та математики. Цей принцип не вимагає, щоб знання програмного інженера були такі ж глибокі, як і у фахівців в області інформатики або математики. Проте ці знання і досвід мають бути достатні, щоб зробити правильний вибір серед існуючих технологій і правильно їх застосовувати. Програмний інженер повинен також мати достатнє розуміння складності і меж застосовності цих технологій, щоб при необхідності прийняти рішення про консультацію з відповідними фахівцями.

Автор вважає, що, оскільки програмному інженеру потрібен синтез знань з математики та програмування, то для удо-

сконалення та інтенсифікації навчального процесу по підготовці бакалаврів за напрямом програмної інженерії є цікавим дослідження взаємозв'язку між вище названими дисциплінами.

**Зв'язок проблеми з актуальними теоретичними і практичними питаннями** полягає в тому, що на етапі глобалізаційних процесів інтеграції України в європейський освітньо-культурний та інформаційний простір гостро постає питання якісної підготовки фахівців, в тому числі і з програмної інженерії. Це пов'язано із самим станом розвитку ІТ-галузі в Україні на сучасному етапі.

За останні роки розробники програмного забезпечення сформулювали багато принципів удосконалення методів програмування, частина з яких вже підтвердила свою ефективність в практичних проектах. Тим не менше існує коло проблем, які стосуються питань невиконання бюджетів і термінів аж до припинення проектів, в які вкладені зазвичай великі кошти.

Одним із способів покращити ситуацію є концентрація зусиль на більш ефективному навчанні [7,8] нового покоління фахівців.

**Аналіз останніх досліджень та наукових публікацій з проблеми** свідчить

про інтерес науковців до питання підготовки бакалаврів за напрямом програмної інженерії. Специфіка викладання математичного циклу дисциплін у сучасних умовах у вищих навчальних закладах України знаходиться у центрі уваги таких вчених як О.В.Авраменко, М.І.Жалдак, В.В.Корольський, Т.Г.Крамаренко, Л.М.Лоповок, Л.І.Лугченко, В.В.Ретунська, Н.В.Рашевська, Р.Я.Ріжняк, С.О.Семеріков, К.І.Словак, Ю.В.Триус, В.П.Хмель, С.О.Шлянчак, С.В.Шокалюк та інших. На особливості підготовки фахівців з програмної інженерії в своїх дослідженнях вказують вчені та педагоги, серед яких: А.Т.Ашерев, Д.Бегерт, М.Бондаренко, З.В.Дудар, Т.Ковалюк, І.Б.Мендзєбровський, Н.Мід, Т.Ю.Морозова, А.Орехов, Х.Саєдян, М.О.Сидоров, Д.В.Федасюк, В.І.Шеховцова, Д.Є.Щедролосьєв та інші. Аналізом специфіки завдань у галузі програмування і питанням професійних якостей програмістів у різний час займалися психологи і педагоги Ф. Брукс, Г. Вейнберг, Н. Вірт, Л. Гришко, Е. Дейкстра, С. Макконнелл, М.Смутьсон, З.С.Сейдаметова, Р.В.Шаран, Б.Шнейдерман та інші.

**Постановка завдання.** Кореляційний аналіз є потужним сучасним статистичним методом обробки та аналізу експериментальних даних в педагогіці. **Мета** дослідити зв'язок та з'ясувати його міру між якістю засвоєння матеріалу з дисциплін, які входять до циклу математичної, природничо-наукової підготовки та до циклу професійної та практичної підготовки згідно навчальної програми підготовки бакалаврів з програмної інженерії.

**Мета статті** є викладення *результатів експерименту по дослідженню показників успішності студентів.*

**Виклад основного матеріалу.** Якісне і кількісне в явищах навколишнього світу нерозривно пов'язані; тому якісні і кількісні характеристики педагогічних явищ потрібно вивчати в єдності.

У педагогічній науці є добре видима емпірична частина, що відображає найбагатший матеріал спостережень і експериментів; є теоретичні узагальнення, що завершують систематизацію матеріалу. Але

доповнюючи якісні уявлення про свій предмет формалізованими узагальненнями, педагогічна теорія набуває необхідної суворості і стійкості.

Найбільшою, на думку автора, складністю кількісного підходу є природа і характер педагогічних явищ. Вони з першого погляду здаються не метричними. Класичний математичний апарат не пристосований для аналізу явищ такої складності, без ретельної попередньої підготовки. Розрізняють два основні напрями у використанні кількісних методів в педагогіці: обробка результатів спостережень і експериментів та моделювання, діагностика, прогнозування, комп'ютеризація навчально-виховного процесу. Методи першої групи добре відомі і досить широко застосовуються.

Для дослідження взаємозв'язку успішності по предметах в педагогічному експерименті застосовуємо рангову кореляцію. У математичній статистиці для будь-якої вимірюваної величини можна обчислити числові характеристики. Вони допомагають зробити інтерпретацію даних, записаних в числовому виді. Проте, з їх допомогою не представляється можливим описати зв'язок між двома величинами. Існує ряд засобів, що дозволяють визначити параметри зв'язку декількох вимірюваних величин. Найбільш простим серед них можна назвати метод, що використовує поняття рангової кореляції. Для застосування цього методу на практиці реєструють два показники однієї вибірки, після чого їх ранжують.

Коефіцієнт рангової кореляції – це число, за яким можна визначити характер і силу зв'язку. За характером зв'язок може бути або прямим, або зворотним.

Прямий зв'язок показує, що високий рівень однієї вимірюваної величини відповідає досить високому рівню іншої. Зворотний зв'язок, навпаки, демонструє, що найбільш високим значенням першої величини відповідають найбільш низькі значення другої вимірюваної величини.

Проте, знати тільки характер зв'язку величин недостатньо для повноцінного його опису. Важливим є також поняття сили зв'язку. Чим сильніше зв'язок, тим

яскравіше виражена залежність вимірюваних величин.

Коефіцієнт рангової кореляції дозволяє виявити як силу, так і характер зв'язку. У визначенні рангового коефіцієнта кореляції ключову роль грає поняття рангу. Після розташування значень  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  величини  $X$  у порядку зростання (чи спадання), тобто  $x_1 < x_2 < x_3 < \dots < x_n$  (чи  $x_1 > x_2 > x_3 > \dots > x_n$ ), в наявній вибірці значення  $x_i$  величини  $X$  можна замінити рангом « $i$ » цього значення. Ранги – порядкові номери значень випадкової величини в ранжируваному ряду. Ранжирувати обидві ознаки необхідно в одному і тому ж напрямі (за зростанням або спаданням). За наявності рівних показників у записаних значень їм привласнюється загальний ранг, рівний середньому арифметичному відповідних варіантних місць. Заміна значень величини  $X$  на відповідні ранги називається ранжуванням.

Серед рангових коефіцієнтів кореляції слід виділити коефіцієнт Спірмена (Spearman rank correlation coefficient), який показує міру лінійного зв'язку між випадковими величинами та визначається за формулою, наведеною в [5]:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum d_i^2}{(n^2 - 1) \cdot n}, \quad (1)$$

де  $d_i$  – різниця відповідних рангів величин  $X$  і  $Y$ ,  $n$  – об'єм вибірки.

**Особливістю** рангових коефіцієнтів кореляції є те, що максимальним за модулем ранговим кореляціям (+1, -1) не обов'язково відповідають строгі прямо або обернено пропорційні зв'язки між початковими змінними  $X$  і  $Y$ : достатній лише монотонний функціональний зв'язок між ними. Рангові кореляції досягають свого максимального за модулем значення, якщо більшому значенню однієї змінної завжди відповідає більше значення іншої змінної (+1) або більшому значенню однієї змінної завжди відповідає менше значення іншої змінної і навпаки (-1).

Використання коефіцієнта рангової кореляції Спірмена дуже зручно в силу

відносної простоти його розрахунку. Проте, в математичній статистиці показано [5, 9], що коефіцієнт кореляції Спірмена вдало застосується не в усіх випадках. Ефективність і якість оцінки методом Спірмена знижується, якщо різниця між різними значеннями будь-якої з вимірюваних величин досить велика. Не рекомендується використовувати коефіцієнт Спірмена, якщо має місце нерівномірний розподіл значень вимірюваної величини.

Коефіцієнт кореляції рангів використовується для оцінки якості зв'язку між двома сукупностями. Окрім цього, його статистична значущість застосовується при аналізі даних на гетероскедастичність, тобто у випадку коли дисперсія похибки в рівнянні регресії змінюється від спостереження до спостереження.

Рангова кореляція має наступні переваги:

- можливе ранжування за ознаками, які не можна виразити чисельно, що пропонується автором далі. Оскільки шкала оцінювання за європейською кредитно-трансферною системою (ECTS) містить літери, а саме: А, В, С, D, E, FХ, F. Таким чином, цей метод може бути використаний не лише для кількісно виражених даних, але також і у випадках, коли реєстровані значення визначаються описовими ознаками різної інтенсивності;

- при експертних оцінках можна ранжувати оцінки різних експертів і знайти їх кореляції один з одним, щоб потім виключити з розгляду оцінки експерта, що слабо корелюють з оцінками інших;

- коефіцієнт кореляції рангів застосовується для оцінки стійкості тенденції динаміки;

- перевага  $r$ -Спірмена в порівнянні з  $r$ -Пірсона – у більшій чутливості до зв'язку у випадках істотного відхилення розподілу хоч би однієї змінної від нормального та при криволінійному (монотонному) зв'язку.

Коефіцієнт кореляції Спірмена має наступні **властивості**:

- інваріантний (не змінюється) по відношенню до будь-якого монотонного перетворення шкали виміру;

- незалежний, тобто для отримання

адекватного результату за формулою (1) коефіцієнта рангової кореляції Спірмена, немає необхідності, щоб корельовані ряди були наближені до нормального закону розподілу;

- відноситься до непараметричних показників зв'язку між змінними, виміряними в ранговій шкалі;

- при розрахунку не потрібно ніяких припущень про характер розподілів ознак в генеральній сукупності;

- коефіцієнт кореляції може набувати значень від мінус одиниці до одиниці (нормування), причому при  $r_s = 1$  має місце строго прямий зв'язок, а при  $r_s = -1$  – строго зворотний зв'язок;

- якщо коефіцієнт кореляції негативний, то має місце зворотний зв'язок, якщо позитивний, то – прямий зв'язок;

- якщо коефіцієнт кореляції дорівнює нулю, то зв'язок між величинами практично відсутній;

- чим ближче модуль коефіцієнта кореляції до одиниці, тим сильнішим є зв'язок між вимірюваними величинами; зв'язок прийнято вважати сильним, якщо  $|r_s| \geq 0,7$ , середньої сили, якщо  $0,3 < |r_s| < 0,7$  та слабкою, якщо  $|r_s| \leq 0,3$ ;

- коефіцієнт рангової кореляції Спірмена при великій кількості однакових рангів за змінними, що зіставляються, дає наближені значення; якщо досліджувані змінні у більшості своїй співпадають, то вноситься поправка на однакові ранги.

Існує і більш детальніша градація сили зв'язку, представлена шкалою Чертока (табл. 1) [1].

Таблиця 1

Шкала Чертока

| Коефіцієнт кореляції   | Характеристика сили зв'язку |
|------------------------|-----------------------------|
| $ r_s  \leq 0,1$       | Зв'язок практично відсутній |
| $0,1 <  r_s  \leq 0,3$ | Слабкий зв'язок             |
| $0,3 <  r_s  \leq 0,7$ | Помірний зв'язок            |
| $0,5 <  r_s  \leq 0,7$ | Зв'язок середньої сили      |
| $0,7 <  r_s  \leq 0,9$ | Сильний зв'язок             |
| $0,9 <  r_s  \leq 1$   | Дуже сильний зв'язок        |

**Обмеженнями** для застосування коефіцієнта Спірмена є:

- по кожній змінній повинно бути не менше 5 спостережень;

- вибірки повинні мати невеликий об'єм ( $n \leq 40$ );

- значення коефіцієнту при великій кількості однакових рангів у однієї або обох змінних втрачає точність;

- обов'язковою умовою використання коефіцієнта Спірмена є рівність розмахів діапазону значень двох змінних.

Визначимо характер та силу зв'язку між результатами вивчення курсів математичного аналізу, який входить до циклу математичної, природничо-наукової підготовки, та основ програмування, який входить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки. Експеримент проводився на базі Харківського Національного Технічного Університету «Харківський політехнічний інститут». До участі в експерименті було залучено 29 студентів. Було порівняно екзаменаційні оцінки, отримані студентами після закінчення вище вказаних курсів дисциплін.

Порівнювати саме екзаменаційні оцінки було вирішено тому, що іспит є основною формою підсумкового контролю. Основною метою підсумкового контролю є встановлення системи і структури знань учнів. Підсумковий контроль дає змогу визначити також ефективність функціонування всього дидактичного процесу й окремих його ланок [12].

Контроль, або перевірка результатів навчання, є обов'язковим компонентом навчального процесу [10]. Суть перевірки результатів навчання полягає у виявленні рівня засвоєння знань бакалаврами, який повинен відповідати галузевому стандарту вищої освіти України за напрямом підготовки «програма інженерія».

Математична підготовка студентів за цим напрямом має на увазі формування сучасного математичного мислення, математичної культури, придбання знань та умінь аналізу, моделювання процесів та явищ при пошуку оптимальних рішень, виборі найкращих засобів реалізації цих рішень, прийомам дослідження та розв'язку математично формалізованих задач, вміння провести аналіз і синтез отриманих ре-

зультатів та вхідних фактів. Дані для розрахунків, як пропонується в [4] наведені у таблиці 2. Проранжуємо наявні дані і знайдемо квадрати різниць відповідних рангів. Об'єм вибірки  $n = 29$ . Для подальших обчислень введемо наступні позна-

чення:  $x_i$  та  $y_i$  – варіанти вибірок  $X$  і  $Y$  відповідно;  $Rx_i$  та  $Ry_i$  – ранги величин  $X$  і  $Y$ . Тоді  $d_i = Rx_i - Ry_i$ .

Таблиця 2

Розрахунок коефіцієнту кореляції рангів

| № студента, який брав участь в експерименті | Екзаменаційна оцінка з математичного аналізу | Ранг, $Rx_i$ | Екзаменаційна оцінка з основ програмування | Ранг, $Ry_i$ | $d_i = Rx_i - Ry_i$ | $d_i^2 = (Rx_i - Ry_i)^2$ |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------|
| 1                                           | 5A                                           | 28,5         | 4B                                         | 21           | 7,5                 | 56,25                     |
| 2                                           | 5B                                           | 23,5         | 5B                                         | 25           | -1,5                | 2,25                      |
| 3                                           | 5B                                           | 23,5         | 5A                                         | 28,5         | -5                  | 25                        |
| 4                                           | 4C                                           | 11,5         | 4B                                         | 21           | -9,5                | 90,25                     |
| 5                                           | 4C                                           | 11,5         | 4C                                         | 14           | -2,5                | 6,25                      |
| 6                                           | 4C                                           | 11,5         | 3E                                         | 4            | 7,5                 | 56,25                     |
| 7                                           | 5B                                           | 23,5         | 5B                                         | 25           | -1,5                | 2,25                      |
| 8                                           | 5B                                           | 23,5         | 5B                                         | 25           | -1,5                | 2,25                      |
| 9                                           | 5A                                           | 28,5         | 5B                                         | 25           | 3,5                 | 12,25                     |
| 10                                          | 5B                                           | 23,5         | 4C                                         | 14           | 9,5                 | 90,25                     |
| 11                                          | 5B                                           | 23,5         | 4C                                         | 14           | 9,5                 | 90,25                     |
| 12                                          | 4B                                           | 17,5         | 5A                                         | 28,5         | -11                 | 121                       |
| 13                                          | 5B                                           | 21           | 5B                                         | 25           | -1,5                | 2,25                      |
| 14                                          | 3E                                           | 3,5          | 4C                                         | 14           | -10,5               | 110,25                    |
| 15                                          | 3D                                           | 7            | 4C                                         | 14           | -7                  | 49                        |
| 16                                          | 4C                                           | 11,5         | 4C                                         | 14           | -2,5                | 6,25                      |
| 17                                          | 3E                                           | 3,5          | 3E                                         | 4            | -0,5                | 0,25                      |
| 18                                          | 5B                                           | 23,5         | 3E                                         | 4            | 19,5                | 380,25                    |
| 19                                          | 4C                                           | 11,5         | 3E                                         | 4            | 7,5                 | 56,25                     |
| 20                                          | 3E                                           | 3,5          | 4C                                         | 14           | -10,5               | 110,25                    |
| 21                                          | 4B                                           | 17,5         | 4B                                         | 21           | -3,5                | 12,25                     |
| 22                                          | 4B                                           | 17,5         | 2F                                         | 1            | 16,5                | 272,25                    |
| 23                                          | 4B                                           | 17,5         | 4C                                         | 14           | 3,5                 | 12,25                     |
| 24                                          | 4C                                           | 11,5         | 4C                                         | 14           | -2,5                | 6,25                      |
| 25                                          | 3E                                           | 3,5          | 3D                                         | 7,5          | -4                  | 16                        |
| 26                                          | 4C                                           | 11,5         | 4C                                         | 14           | -2,5                | 6,25                      |
| 27                                          | 3E                                           | 3,5          | 3D                                         | 7,5          | -4                  | 16                        |
| 28                                          | 4C                                           | 11,5         | 3E                                         | 4            | 7,5                 | 56,25                     |
| 29                                          | 3E                                           | 3,5          | 4C                                         | 14           | -10,5               | 110,25                    |
| Суми для перевірки розрахунків              |                                              | 435          |                                            | 435          | 0                   | 1777                      |

У даному випадку значення вимірюваної величини змінюється практично рівномірно, без явних «стрибків». Тобто, якщо розташувати оцінки в порядку зростання, то кожна подальша оцінка відрізняється від попередньої приблизно однаково. Крім того, відмінність значень двох оцінок в порівнянні з самими оцінками відносно невелика. Тому в цьому експерименті доцільно вико-

ристати коефіцієнт Спірмена.

У ході педагогічного експерименту було здійснено аналіз стану результатів навчання бакалаврів за напрямом «Програмна інженерія» з математичної та професійної підготовки (рис. 1). Розподіл частот оцінок [3] по цих дисциплінах наведений в порівняльній діаграмі (рис. 2).



Рис. 1. Многокутники розподілів рангів за ознаками X та Y

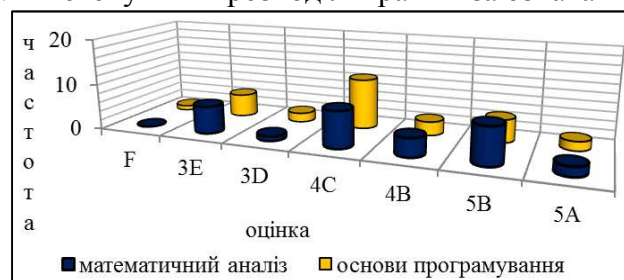


Рис. 2. Діаграма розподілу частот оцінок

У експерименті маємо ранги, що повторюються, для  $X$  і  $Y$ . У цьому випадку вводиться поправка на однакові ранги в рангових рядах. Поправка розраховується для кожного ряду окремо. Поправка для кожно-

го ряду розраховується з урахуванням усіх груп однакових рангів в цьому ряду.

Якщо серед значень ознак  $X$  та  $Y$  зустрічається декілька однакових, утворюються, так звані, зв'язані ранги, тобто од-

накові середні номери. У такому разі коефіцієнт Спірмена обчислюється за формулою [5]

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum_i d_i^2 - T_x - T_y}{\sqrt{n^3 - n - 12T_x} \cdot \sqrt{n^3 - n - 12T_y}},$$

де

$$T_x = \frac{1}{12} \sum_j (T_{xj}^3 - T_{xj}); \quad T_y = \frac{1}{12} \sum_k (T_{yk}^3 - T_{yk})$$

– поправки для груп з однаковими рангами в рядах  $X$  та  $Y$  відповідно;  $j$  – номери груп з однаковими рангами по порядку для ознаки  $X$ ;  $T_{xj}$  – об'єм  $j$ -ї групи однакових рангів в ранговому ряду  $X$ ;  $k$  – номери груп з однаковими рангами по порядку для ознаки  $Y$ ;  $T_{yk}$  – об'єм  $k$ -ї групи однакових рангів в ранговому ряду  $Y$ .

У експерименті про вплив фундаментальної дисципліни на професійну зв'язкою варіант «ЗЕ» за ознакою  $X$  є наступна вибірка  $\{x_{14}; x_{17}; x_{20}; x_{25}; x_{27}; x_{29}\}$  з об'ємом  $T_{x1} = 6$ . Аналогічно відповідно даним таблиці 2 за зростанням ознаки  $X$ :  $T_{x2} = 8$ ;  $T_{x3} = 4$ ;  $T_{x4} = 8$ ;  $T_{x5} = 2$ . За ознакою  $Y$  маємо такі числа однакових рангів по зв'язках:  $T_{y1} = 5$ ;  $T_{y2} = 2$ ;  $T_{y3} = 11$ ;  $T_{y4} = 3$ ;  $T_{y5} = 5$ ;  $T_{y6} = 2$ . Звідси

$$T_x = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^5 (T_{xj}^3 - T_{xj}) = 107;$$

$$T_y = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^6 (T_{yk}^3 - T_{yk}) = 133.$$

Для  $n = 29$ ,  $r_s = 0,545$ . Отже, має місце прямий зв'язок середньої сили. Отримане значення коефіцієнту рангової кореляції Спірмена є цікавим у тому сенсі, що, оскільки навчальна програма підготовки бакалаврів з програмної інженерії спирається на «трьох китів»: модулі соціально-

гуманітарного блоку, модулі фундаментальної, природничо-наукової та загальноєкономічної підготовки та модулі професійної та практичної підготовки, то додатне значення  $r_s$  підтверджує доцільність даного профілю програми. Але кількісне значення цього коефіцієнту говорить про те, що навчальний процес потребує удосконалення в багатьох аспектах, які не можуть бути розглянуті в рамках однієї статті.

Висунемо нульову гіпотезу про наявність зв'язку між успішністю з дисципліни математичного циклу та дисципліною з циклу професійної підготовки. Перевірку гіпотези здійснюємо шляхом порівняння розрахункового коефіцієнту  $r_s$  з критичним значенням  $r_s(n) = r_s(29)$ , які беремо із статистичної таблиці «Критичні значення коефіцієнта кореляції рангів Спірмена», яку наведено в [6].

Нульова гіпотеза не відхиляється, якщо емпіричне значення потрапляє область допустимих значень, а саме:  $|r_s| \leq r_{0,05}(n)$ . Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена значимо відрізняється від нуля, якщо розрахункове значення потрапляє в критичну область:  $|r_s| > r_{0,01}(n)$ . Внаслідок малого  $n$  (менше 30) гіпотезу про значущість коефіцієнта кореляції перевіряємо за допомогою статистичної таблиці «Критичні значення коефіцієнта кореляції рангів Спірмена», яку наведено в [6].

Для  $n = 29$  маємо:  $r_{0,05}(29) = 0,37$ ,  $r_{0,01}(29) = 0,48$ . Отже, гіпотеза про наявність зв'язку підтверджується, та при цьому маємо зв'язок середньої сили. Проілюструємо цей факт, побудувавши відповідну «вісь значущості» (рис. 3).

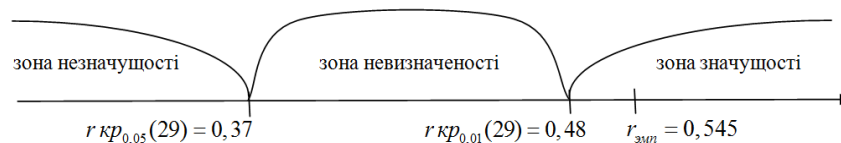


Рис. 3. Вісь значущості

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Однією з функцій контролю є управляюча функція. Тому визначення стану успішності дає можливість своєчасно вжити заходів до покращення процесу навчання. На думку автора, виходячи з результатів кореляційного аналізу, резерв більш ефективної підготовки бакалаврів за напрямом програмної інженерії треба шукати в удосконаленні викладання циклу математичних дисциплін, що суттєво повинно вплинути на якість підготовки відповідних фахівців.

1. Афанасьев В.В. Спортивная метрология: учебное пособие / под ред. В.В.Афанасьева / В.В.Афанасьев, А.В.Муравьев, И.А.Осетров, П.В.Михайлов. – Ярославль : Изд-во ЯГПУ, 2009. – 242 с.

2. Бойко Н.И. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах: Software Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering; Computing Curricula 2001 / Н.И. Бойко, М.Е. Зверинцева, С.А. Алтаев, Д.А. Маленко, И.В. Мозговая. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2007. – 462 с.

3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Высшая школа, 1999. – 576 с.

4. Гласс Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж.Гласс, Дж.Стенли. – М.: Педагогика, 1976. – 495 с.

5. Елисеева И.И. Общая теория статистики / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 480 с.

6. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов / О.Ю. Ермолаев. – М.: Флинта, 2003. – 336 с.

7. Ізлін С.П. Теорія ймовірностей та математична статистика на базі MATLAB / С.П. Ізлін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – 612 с.

8. Клочко В.І. Проблема трансформації змісту курсу вищої математики в технічних університетах в умовах використання сучасних інформаційних технологій / В.І. Клочко // Дидактика математики: проблеми і дослідження: міжнар. зб. наук. робіт. – Вип. 22. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2004. – 136 с. – С. 10 - 15.

9. Минашкин В. Г. Теория статистики: учебно-методический комплекс / В. Г. Минашкин, Р. А. Шмойлова, Н. А. Садовникова, Л. Г. Моусейкина, Е. С. Рыбакова. – М.: Изд. центр ЕАОИ, 2008. – 296 с.

10. Підкасистий П. І. Педагогіка: Учебное пособие для студентов педагогических вузов и педагогических колледжей / Под ред. П. И. Подкасистого. – М.: Педагогическое общество России, 1998. – 640 с.

11. Про перелік напрямів, за якими здійснюється підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавр: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.12.06 р. № 1719. – К., 2006.

12. Язунов В.В. Педагогіка: навч. посібник / В. В. Язунов. – К.: Либідь, 2002. – 560 с.

13. Computing Curricula. A Volume of the Computing Curricula Series SE 2004. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sites.computer.org/ccse/SE2004 Volume>.

**Резюме.** Дубинина О.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА И ЦИКЛА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО ПРОГРАМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ НА ОСНОВЕ РАНГОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ. В статье исследована взаимосвязь между результатами успеваемости по дисциплинам, входящим в цикл фундаментальной подготовки и цикл профессиональной подготовки бакалавров по программной инженерии, а также проведен расчёт по определению направления и силы вышеуказанной связи на основании коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

**Ключевые слова:** высшие учебные заведения; программная инженерия; ранговая корреляция, высшая математика.

**Abstract.** Dubinina O. RESEARCH ON PROGRESS CRITERIONS CORRELATION OF SOFTWARE ENGINEERING BACHELORS MATHEMATIC CYCLE AND PROFESSIONAL TRAINING CYCLE DISCIPLINES BASED ON RANK CORRELATION. Article researches correlation between software engineering bachelors progress results of fundamental cycle and professional training cycle disciplines, also calculation of direction and power definition of above mentioned correlation was made based on Spearman's rank correlation coefficient.

**Key words:** higher education institutions; software engineering; rank correlation, higher mathematics.

**Стаття представлена професором О.І. Скафою.**

**Надійшла до редакції 24.12.2012 р.**