

О. О. Войцеховська¹**Б. І. Мокін¹****Д. О. Шалагай¹**

ПРО ОДИН СПОСІБ СТВОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ СТУДЕНТАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

¹Вінницький національний технічний університет

З робіт, які аналізують навчальний процес в університетах, легко бачити, що математичні моделі, використовувані для оцінки якості цього процесу, мають свою специфіку, у якій провідне місце займає обмеженість множин оціночних даних, що обумовлена значною кількістю малоформатних груп, чисельність в яких не перевищує 10 студентів, та обмеженість кількості таких множин, що обумовлена забороною дробити семестр на більше ніж два підсумкові модулі з конкретної навчальної дисципліни та забороною вводити більше одного колоквиуму з теоретичної частини навчальної дисципліни та більше однієї контрольної роботи з її практичної частини у кожному з цих модулів. Оскільки для побудови, наприклад, закону розподілу оцінок з навчальної дисципліни потрібно їх мати в однорідній множині не менше 30, аби на кожен діапазон A, B, C, D, E, FX, F системи ECTS припадало для обчислення частоти попадання оцінки в кожний з цих діапазонів попадало в середньому хоча б по 4—5 значень, то постає задача як із множин оцінок по кожному окремому виду контролю, які мають різні шкали, побудувати однорідну множину оцінок, що має достатню потужність для адекватної ідентифікації математичної моделі, придатної для системного аналізу усієї процедури контролю. В роботі запропоновано спосіб приведення різнодіапазонних оцінок якості засвоєння студентами навчальних дисциплін до однорідних множин, придатних для статистичного аналізу, що дозволяє створювати достатньо інформативну базу даних навіть для малоформатних студентських груп, а також розроблено програму реалізації запропонованого способу створення бази даних для оцінки якості навчального процесу у малоформатних групах мовою Python та створено базу даних для оцінки якості навчального процесу з дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень в галузі IT» в малоформатній групі магістерської підготовки для спеціальності 126.

Ключові слова: навчальний процес, оцінка якості, база даних, спосіб приведення різнодіапазонних оцінок до однорідних множин, Python-реалізація способу створення бази.

Вступ

Як показано в роботі [1], словосполучення «системний аналіз» має дві інтерпретації, згідно з першою з них — це ідеологія розгляду явища, процесу чи технології як системи, все в якій взаємопов'язано, а тому потребує одночасного розгляду у сукупності, а згідно з другою — це метод аналізу складної системи, що містить в собі п'ять етапів, на третьому з яких розробляються математичні моделі процесів, які відбуваються в системі, що розглядається, та математичні моделі сигналів, які прикладаються до цієї системи із зовнішнього середовища, в сукупності з математичними моделями впливів, які здійснює система на оточуюче її зовнішнє середовище. І, якщо дотримуватись другої інтерпретації, то обов'язковою складовою етапу розроблення математичних моделей є створення бази даних, з використанням якої здійснюється ідентифікація цих математичних моделей.

З робіт [2]—[9] легко бачити, що математичні моделі, які використовуються для оцінки якості навчального процесу в університетах, мають свою специфіку, у якій провідне місце посідає обме-

женість множин оціночних даних, обумовлена значною кількістю малоформатних груп, чисельність в яких не перевищує 10 студентів, та обмеженість кількості таких множин, що обумовлена заборонаю дробити семестр на більше ніж два підсумкові модулі з конкретної навчальної дисципліни та заборонаю вводити більше одного колоквиуму з теоретичної частини навчальної дисципліни та більше однієї контрольної роботи з її практичної частини у кожному з цих модулів.

Водночас, як впливає з роботи [10], для побудови, наприклад, закону розподілу оцінок з навчальної дисципліни потрібно їх мати в однорідній множині не менше 30, аби на кожен діапазон А, В, С, D, E, FX, F системи ECTS для обчислення частоти попадання оцінки в кожний з цих діапазонів припадало в середньому хоча б по 4—5 значень.

Тому постає задача як із множин оцінок по кожному окремому виду контролю, що мають різні шкали, побудувати однорідну множину оцінок, яка має достатню потужність для адекватної ідентифікації математичної моделі, придатної для системного аналізу усієї процедури контролю. Розв'язанню саме цієї задачі і присвячена стаття.

Викладення основних результатів задачі

Як вихідні для розв'язання поставленої задачі візьмемо такі передумови:

1. Задачу розв'язуємо на прикладі конкретної навчальної дисципліни з подальшим узагальненням.
2. У структурі вивчення студентом навчальної дисципліни передбачаємо два підсумкові модулі (М-1, М-2).
3. Для оцінювання ступеня засвоєння студентом теоретичного матеріалу у кожному модулі передбачаємо один колоквиум (для М-1 це буде 1-К, а для М-2 це буде 2-К), а для оцінювання ступеня засвоєння студентом практичних навиків застосування теоретичного матеріалу у кожному модулі передбачаємо одну контрольну роботу (для М-1 це буде 1-КР, а для М-2 це буде 2-КР).
4. У кожному модулі передбачаємо оцінку ступеня активності студента, яку він проявляє на конкретних заняттях під час вивчення як теоретичної так і практичної частини навчальної дисципліни (для М-1 це буде А-1 і характеризуватиме ступінь активності у вивченні теорії на лекціях, а для М-2 це буде А-2 і характеризуватиме ступінь активності на практичних заняттях).
5. Для забезпечення можливості студенту поліпшити свою оцінку при вивченні конкретної навчальної дисципліни окрім підсумкових оцінок за два модулі передбачаємо ще одну оцінку, яка має статус екзаменаційної, але фактично лише доповнює суму двох модульних оцінок в межах до 100 балів – її позначатимемо символом Е.
6. Підсумкову оцінку, якою оцінюємо ступінь засвоєння студентом матеріалу навчальної дисципліни в межах діапазонів А, В, С, D, E, FX, F передбачаємо визначати на множині сумарних оцінок за два модулі та екзамен.

А тепер конкретизуємо вищевикладені вихідні передумови.

Отже будемо розглядати навчальну дисципліну «Методологія та організація наукових досліджень в галузі інформаційних технологій», в подальшому МОНДІТ, яка викладається одним зі співавторів цієї статті, професором Борисом Мокінім, для студентів спеціальності 126 магістерського рівня, які навчаються за двома освітньо-науковими програмами, а тому об'єднані в групи ІТ-1 та ІТ-2, перша з яких налічує 10 студентів, а друга — 11.

За успішне засвоєння матеріалу навчальної дисципліни МОНДІТ студенти мають можливість набрати 37 балів у першому підсумковому модулі і 38 балів у другому підсумковому модулі, що в сумі забезпечує можливість отримати протягом семестру за час, відведений на вивчення цієї навчальної дисципліни, 75 балів.

А ще до 25 балів студенти можуть отримати на заключному екзаменаційному опитуванні, що разом з сумарною оцінкою за два модулі забезпечує можливість отримати підсумкову оцінку (ПО) за засвоєння матеріалу з навчальної дисципліни МОНДІТ в межах до 100 балів.

В рамках одного колоквиуму студент може отримати оцінку до 23 балів, а в межах однієї контрольної роботи оцінку до 7 балів. Що ж до оцінок за активність, то у підсумкову оцінку за перший модуль вона може увійти в межах до 7 балів, а у підсумкову оцінку за другий модуль в межах до 8 балів.

В таблицях 1 та 2 подані конкретні оцінки в межах приведених шкал за усіма видами контролю, отриманими протягом часу, відведеного на вивчення кожним зі студентів груп ІТ-1 та ІТ-2 навчальної дисципліни МОНДІТ.

З цих таблиць видно, що множини оцінок студентів за знання теорії мають суттєво відмінні діапазони значень у порівнянні з множинами оцінок за практику та за активність. А кожна з них, зі свого боку, за діапазоном значень суттєво відрізняється від множин оцінок як за кожний з модулів, так і за оцінку на екзамені. Ну і за діапазоном підсумкових оцінок за увесь матеріал з навчальної дисципліни МОНДІТ вони відрізняються також. Тож у вигляді, поданому в таблицях 1 і 2, ці оцінки

не можуть бути використаними одночасно для ідентифікації математичних моделей, за допомогою яких ми оцінюватимемо якість навчального процесу з МОНДІТ у цих групах. Отже, для збільшення потужності бази даних, необхідної для розв'язання задачі ідентифікації математичної моделі з використанням цієї бази, оцінки з різних діапазонів в таблицях, необхідно трансформувати так, щоб вони створили однорідну множину для кожної студентської групи і стали зіставними.

Таблиця 1

Оцінки за видами контролю в групі ІТ-1

	1-К	1-КР	А-1	М-1	2-К	2-КР	А-2	М-2	Е	ПО
Студент-1	18	5	3	26	20	4	3	27	23	76
Студент-2	14	0	5	19	23	7	8	38	13	70
Студент-3	12	7	2	21	23	7	0	30	21	72
Студент-4	22	6	0	28	22	6	0	28	13	69
Студент-5	17	6	2	25	23	7	0	30	10	65
Студент-6	23	7	4	34	20	7	4	31	18	83
Студент-7	14	0	3	17	23	7	6	36	19	72
Студент-8	23	7	2	32	23	7	1	31	1	64
Студент-9	19	7	1	27	23	7	4	34	1	62
Студент-10	14	6	1	21	21	7	1	29	19	69

Таблиця 2

Оцінки за видами контролю в групі ІТ-2

	1-К	1-КР	А-1	М-1	2-К	2-КР	А-2	М-2	Е	ПО
Студент-1	15	6	6	27	18	7	5	30	25	82
Студент-2	18	7	3	28	21	7	2	30	13	71
Студент-3	23	7	0	30	23	7	0	30	1	61
Студент-4	13	0	4	17	11	7	5	23	23	63
Студент-5	19	7	5	31	16	4	6	26	25	82
Студент-6	23	7	0	30	19	7	0	26	15	71
Студент-7	22	6	3	31	17	7	4	28	23	82
Студент-8	23	7	2	32	23	7	0	30	1	63
Студент-9	20	7	0	27	19	7	0	26	10	63
Студент-10	20	6	2	28	10	5	4	19	21	68
Студент-11	19	7	0	26	14	7	0	21	18	65

І взявши до уваги, що верхнє граничне значення оцінки за колоквиум дорівнює 23, верхнє граничне значення оцінки за контрольну роботу дорівнює 7, верхнє граничне значення оцінки А-1 за активність при вивченні теорії дорівнює 7, а оцінки А-2 за активність на практичних заняттях дорівнює 8, верхнє граничне значення оцінки за перший модуль дорівнює 37, а оцінки за другий модуль — 38, верхнє граничне значення екзаменаційної оцінки дорівнює 25, а верхнє граничне значення підсумкової оцінки за освоєння усього матеріалу навчальної дисципліни дорівнює 100, поділивши кожну оцінку, наведену в таблицях 1 та 2 на верхнє граничне значення конкретного діапазону, в якому вона визначена, ми отримуємо однорідну сукупність оцінок, визначених в одному і тому ж відносному діапазоні $[0,1]$ їхніх значень кожна, що робить усю сукупність цих різнопланових оцінок однорідною і зіставною. В цьому легко переконатись, аналізуючи таблиці 3 та 4, що отримані з таблиць 1 та 2 з використанням визначеного вище алгоритму.

Таблиця 3

Оцінки за видами контролю в групі ІТ-1, трансформовані в діапазон $[0,1]$

	1-К	1-КР	А-1	М-1	2-К	2-КР	А-2	М-2	Е	ПО
Студент-1	0,78	0,71	0,43	0,70	0,87	0,57	0,38	0,71	0,92	0,76
Студент-2	0,61	0,0	0,71	0,51	1,0	1,0	1,0	1,0	0,52	0,70
Студент-3	0,52	1,0	0,29	0,57	1,0	1,0	0,0	0,79	0,84	0,72
Студент-4	0,96	0,86	0,0	0,76	0,96	0,86	0,0	0,74	0,52	0,69
Студент-5	0,74	0,86	0,29	0,66	1,0	1,0	0,0	0,79	0,40	0,65
Студент-6	1,0	1,0	0,57	0,92	0,87	1,0	0,50	0,82	0,72	0,83
Студент-7	0,61	0,0	0,43	0,50	1,0	1,0	0,75	0,95	0,76	0,72
Студент-8	1,0	1,0	0,29	0,86	1,0	1,0	0,13	0,82	0,04	0,64
Студент-9	0,83	1,0	0,14	0,73	1,0	1,0	0,50	0,89	0,04	0,62
Студент-10	0,61	0,86	0,14	0,57	0,91	1,0	0,13	0,76	0,76	0,69

Таблиця 4

Оцінки за видами контролю в групі IT-2, трансформовані в діапазон [0,1]

	1-K	1-KP	A-1	M-1	2-K	2-KP	A-2	M-2	E	ПО
Студент-1	0,65	0,86	0,86	0,73	0,78	1,0	0,63	0,79	1,0	0,82
Студент-2	0,78	1,0	0,43	0,76	0,91	1,0	0,25	0,79	0,52	0,71
Студент-3	1,0	1,0	0,0	0,81	1,0	1,0	0,0	0,79	0,04	0,61
Студент-4	0,57	0,0	0,57	0,50	0,48	1,0	0,63	0,61	0,92	0,63
Студент-5	0,83	1,0	0,71	0,84	0,70	0,57	0,75	0,68	1,0	0,82
Студент-6	1,0	1,0	0,0	0,81	0,83	1,0	0,0	0,68	0,60	0,71
Студент-7	0,96	0,86	0,43	0,84	0,74	1,0	0,50	0,74	0,92	0,82
Студент-8	1,0	1,0	0,30	0,86	1,0	1,0	0,0	0,79	0,04	0,63
Студент-9	0,87	1,0	0,0	0,73	0,83	1,0	0,0	0,68	0,40	0,63
Студент-10	0,87	0,86	0,30	0,76	0,43	0,71	0,50	0,50	0,84	0,68
Студент-11	0,83	1,0	0,0	0,70	0,61	1,0	0,0	0,55	0,72	0,65

А далі нагадаємо, що у системі оцінок ECTS в її інтерпретації, прийнятій у ВНТУ, в балах і в долях одиниці оцінки вимірювання якості А, В, С, D, E, FX, F мають діапазони, подані в табл. 5.

Таблиця 5

Діапазони оцінок вимірювання якості А, В, С, D, E, FX, F в балах і в долях одиниці

	A	B	C	D	E	FX	F
Діапазон в балах	90...100	82...89	75...81	64...74	60...63	35...59	0...34
Діапазон в долях одиниці	0,90...1,00	0,82...0,89	0,75...0,81	0,64...0,74	0,60...0,63	0,35...0,59	0,00...0,34

Тож, якщо ми хочемо побудувати закон розподілу оцінок якості навчального процесу з конкретної навчальної дисципліни в групі, то повинні прив'язувати статистичні оцінки ймовірності (частоти) саме до цих діапазонів. І цілком очевидно, що сукупні множини оцінок, з використанням яких ми будемо будувати ці закони розподілу, повинні бути, по-перше, незалежними, а по-друге, повинні нести в собі інформацію про споріднену сутність. Тобто, якщо ми хочемо побудувати закон розподілу оцінок, отриманих студентами групи, за знання теорії навчальної дисципліни, то в сукупну множину оцінок, з використанням якої будуватимемо цей закон розподілу, ми повинні включити лише оцінки за перший і другий колоквиуми та оцінки за активність під час вивчення матеріалу першого модуля. А якщо ми хочемо побудувати закон розподілу оцінок, отриманих студентами групи, за знання з практики застосування теорії, то в сукупну множину оцінок, з використанням якої будуватимемо цей закон розподілу, ми повинні включити лише оцінки за першу і другу контрольні роботи та оцінки за активність на практичних заняттях за матеріалами другого модуля. Ну і, нарешті, якщо ми хочемо побудувати закон розподілу оцінок, отриманих студентами групи, за знання навчальної дисципліни у повному її обсязі, що включає і теорію і практику, то в сукупну множину оцінок, з використанням якої будуватимемо цей закон розподілу, потрібно включити лише підсумкові оцінки за перший і другий модулі та екзаменаційні оцінки. Як видно з таблиць 3 та 4 кожна з цих сукупних множин для групи IT-1 буде містити в собі по 30 членів, а для групи IT-2 буде містити по 33 члени. А, маючи в базі даних уже навіть такої потужності множини, можна ідентифікувати моделі з використанням цієї бази уже більш-менш адекватно. Це далі на прикладі створення баз даних у вигляді сукупних числових множин з обчисленням їхніх статистичних характеристик та побудовою гістограм продемонструємо з використанням програми на мові Python, з технологією складання якої можна ознайомитись, на сторінках навчального посібника [11].

Множини оцінок будемо задавати у вигляді списків, використовуючи символ L або з двома індексами, перший з яких буде номером групи, а другий у варіанті 0 позначатиме екзамен, а у варіантах 1 чи 2 буде номером модуля, або з трьома індексами, перший з яких буде номером групи, другий буде номером модуля, а третій у варіанті 1 буде прив'язкою до колоквиумів, а у варіанті 2 прив'язкою до контрольних робіт. Що ж до списків оцінок за активність, то вони матимуть ще й четвертий індекс 0 у поєднанні з попередньою 1 чи 2. Отже списки, що задані стовбцями у таблицях 3 та 4, символічно матимуть вигляд: L10, L11, L12; L20, L21, L22; L111, L121, L1110; L112, L122, L1220; L211, L221, L2210; L212, L222, L2220. А сукупні множини споріднених оцінок будемо позначати подвійними символами LL з двома індексами, перший з яких буде номером групи, а другий буде відповідати у варіанті 0 конкатенаційному об'єднанню оцінок за екзамен та

модулі, у варіанті 1 конкатенаційному об'єднанню оцінок за знання теорії, а у варіанті 2 конкатенаційному об'єднанню оцінок за практику застосування теорії, тож матимемо: $LL10 = L10 + L11 + L12$; $LL20 = L20 + L21 + L22$; $LL11 = L111 + L121 + L1110$; $LL12 = L112 + L122 + L1220$; $LL21 = L211 + L221 + L2210$; $LL22 = L212 + L222 + L2220$. Усі ці списки задані в якості вихідних передумов у програм на мові Python, у якій як коментарі висвітлено і усі ті дії, які будуть здійснені з використанням цих списків.

Програмна Python-реалізація алгоритму створення бази даних

```

In [1]: import numpy as np
In [2]: L111= [0.78, 0.61,0.52,0.96,0.74,1.0,0.61,
1.0,0.83,0.61]
In [3]: L121= [0.87,1.0,1.0,0.96,1.0,0.87,1.0,
1.0,1.0,0.91]
In [4]: L1110= [0.43,0.71,0.29,0.00,0.29,0.57,0.43,
0.29,0.14,0.14]
In [5]: LL11=L111+L121+L1110

In [6]: N11=len(LL11);N11
Out[6]: 30
In [7]: ll11=np.array(LL11)

In [8]: mm11=np.mean(ll11);mm11
Out[8]:
0.6853333333333332
In [9]: mm11=mm11.round(3);mm11
Out[9]:
0.685
In [10]: st11=np.std(ll11);st11
Out[10]:
0.30640641130513063
In [11]: st11=st11.round(3);st11
Out[11]:
0.306
In [12]: L112=[0.71,0.00,1.00,0.86,0.86,1.00,0.00,
1.00,1.00,0.86]
In [13]: L122=[0.57,1.00,1.00,0.86,1.00,1.00,1.00,
1.00,1.00,1.00]
In [14]: L1220=[0.38,1.00,0.00,0.00,0.00,0.50,0.75,
0.13,0.50,0.13]
In [15]: LL12=L112+L122+L1220

In [16]: N12=len(LL12);N12
Out[16]: 30
In [17]: ll12=np.array(LL12)

In [18]: mm12=np.mean(ll12);mm12
Out[18]:
0.6703333333333333
In [19]: mm12=mm12.round(3);mm12
Out[19]:
0.670
In [20]: st12=np.std(ll12);st12
Out[20]:
0.3893454621398442
In [21]: st12=st12.round(3);st12
Out[21]:
0.389

# Виклик ППП numpy як np
# Внесення списку оцінок за
....перший колоквіум
# Внесення списку оцінок за
....другий колоквіум
# Внесення списку оцінок за
....активність в теорії
# Конкатенаційне об'єднання оцінок
....за знання теорії в сукупний список
# Визначення потужності сукупного
....списку оцінок за знання теорії
# Трансформація сукупного списку
....оцінок за знання теорії в масив
# Визначення середнього значення
....масиву оцінок за знання теорії

# Залишення в середньому значенні
....масиву оцінок за знання теорії
....лише трьох знаків після коми
# Визначення середньоквадратичного
....відхилення масиву оцінок за знання
....теорії
# Залишення трьох знаків після коми
....в середньоквадратичному
....відхиленні масиву оцінок за теорію
# Внесення списку оцінок за
....першу контрольну роботу
# Внесення списку оцінок за
....другу контрольну роботу
# Внесення списку оцінок за
....активність в практиці
# Конкатенаційне об'єднання оцінок
....за практику в сукупний список
# Визначення потужності сукупного
....списку оцінок за практику
# Трансформація сукупного списку
....оцінок за практику в масив
# Визначення середнього значення
....масиву оцінок за практику

# Залишення в середньому значенні
....масиву оцінок за практику
....лише трьох знаків після коми
# Визначення середньоквадратичного
....відхилення масиву оцінок за
....практику
# Залишення трьох знаків після коми
....в середньоквадратичному
....відхиленні масиву оцінок за практику

```

```

In [22]: L11=[0.70,0.51,0.57,0.76,0.66,0.92,0.50,
0.86,0.73,0.57]
In [23]: L12=[0.71,1.0,0.79,0.74,0.79,0.82,0.95,
0.82,0.89,0.76]
In [24]: L10=[0.92,0.52,0.84,0.52,0.40,0.72,0.76,
0.04,0.04,0.76]
In [25]: LL1=L11+L12+L10

In [26]: N1=len(LL1);N1
Out[26]: 30
In [27]: ll1=np.array(LL1)

In [28]: mm1=np.mean(ll1);mm1
Out[28]:
0.6856666666666666
In [29]: mm1=mm1.round(3);mm1
Out[29]:
0.686
In [30]: st1=np.std(ll1);st1
Out[30]:
0.2254134472967889
In [31]: st1=st1.round(3);st1
Out[31]:
0.225

In [32]: M1A1=[ ]
In [33]: M1B1=[ ]
In [34]: M1C1=[ ]
In [35]: M1D1=[ ]
In [36]: M1E1=[ ]
In [37]: M1FX1=[ ]
In [38]: M1F1=[ ]
In [39]: for i in range(N11):
    if 0.9 <= ll1[i] <= 1.0:
        M1A1.append(ll1[i],)
    elif 0.82 <= ll1[i] < 0.9:
        M1B1.append(ll1[i],)
    elif 0.75 <= ll1[i] < 0.82:
        M1C1.append(ll1[i],)
    elif 0.64 <= ll1[i] < 0.75:
        M1D1.append(ll1[i],)
    elif 0.60 <= ll1[i] < 0.64:
        M1E1.append(ll1[i],)
    elif 0.35 <= ll1[i] < 0.60:
        M1FX1.append(ll1[i],)
    elif 0.0 <= ll1[i] < 0.35:
        M1F1.append(ll1[i],)

In [40]: mM1A1=len(M1A1);mM1A1
Out[40]:
11
In [41]: mM1B1=len(M1B1);mM1B1
Out[41]:
3
In [42]: mM1C1=len(M1C1);mM1C1
Out[42]:
1

# Внесення списку оцінок за
....перший модуль
# Внесення списку оцінок за
....другий модуль
# Внесення списку оцінок,
....отриманих на екзамені
# Конкатенаційне об'єднання оцінок
....за модулі і екзамен в сукупний ....список
# Визначення потужності сукупного
....списку оцінок за модулі і екзамен
# Трансформація сукупного списку
....оцінок за модулі і екзамен
....в масив
# Визначення середнього значення
....масиву оцінок за модулі і
....екзамен
# Залишення в середньому значенні
....масиву оцінок за модулі і екзамен
....лише трьох знаків після коми
# Визначення середньоквадратичного
....відхилення масиву оцінок за модулі
....і екзамен
# Залишення трьох знаків після коми
....в середньоквадратичному
....відхиленні масиву оцінок за
....модулі і екзамен
# Створення пустих списків
....для діапазонів оцінок
....від A до F за знання теорії

# Запуск for-циклу для
....трансформації сукупного масиву
....оцінок за знання теорії в списки їхніх
....значень по кожному із діапазонів,
....визначених для інтегральних оцінок
....A,B,C,D,E,FX,F

# Визначення потужності списку
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні A
# Визначення потужності списку
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні B
# Визначення потужності списку
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні C

```

```

In [43]: mM1D1=len(M1D1);mM1D1
Out[43]:
2
In [44]: mM1E1=len(M1E1);mM1E1
Out[44]:
3
In [45]: mM1FX1=len(M1FX1);mM1FX1
Out[45]:
4
In [46]: mM1F1=len(M1F1);mM1F1
Out[46]:
6
In [47]: pA1=mM1A1/N11;pA1
Out[47]:
0.36666666666666664
In [48]: pB1=mM1B1/N11;pB1
Out[48]:
0.1
In [49]: pC1=mM1C1/N11;pC1
Out[49]:
0.03333333333333333
In [50]: pD1=mM1D1/N11;pD1
Out[50]:
0.06666666666666667
In [51]: pE1=mM1E1/N11;pE1
Out[51]:
0.1
In [52]: pFX1=mM1FX1/N11;pFX1
Out[52]:
0.13333333333333333
In [53]: pF1=mM1F1/N11;pF1
Out[53]:
0.2
In [54]: Lp11=[pF1,pFX1,pE1,pD1,pC1,pB1,pA1];Lp11
Out[54]:
[0.2,
 0.13333333333333333,
 0.1,
 0.06666666666666667
 0.03333333333333333
 0.1,
 0.36666666666666664]
In [55]: Lsh11=[0.00,0.35, 0.60, 0.64, 0.75,
0.82, 0.90]
In [56]: Lw11=[0.35, 0.60, 0.64, 0.75, 0.82,
0.90, 1.0]
In [57]: y11=np.array(Lp11)

In [58]: xmin=np.array(Lsh11)

In [59]: xmax=np.array(Lw11)

In [60]: import matplotlib
In [61]: import matplotlib.pyplot as plt
In [62]: plt.hlines(y11,xmin,xmax,color='red')
# Визначення потужності списку
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні D
# Визначення потужності списку
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні E
# Визначення потужності списку
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні FX
# Визначення потужності списку
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні F
# Обчислення частоти попадання
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні A
# Обчислення частоти попадання
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні B
# Обчислення частоти попадання
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні C
# Обчислення частоти попадання
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні D
# Обчислення частоти попадання
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні E
# Обчислення частоти попадання
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні FX
# Обчислення частоти попадання
....оцінок за знання теорії
....в діапазоні F
# Створення списку частот
....попадання оцінок за знання
....теорії в діапазони
....інтегральних оцінок
....F, FX, E, D, C, B, A

# Створення списку лівих границь
....діапазонів F, FX, E, D, C, B, A
# Створення списку правих границь
....діапазонів F, FX, E, D, C, B, A
# Трансформація списку частот в
....масив для гістограми
# Трансформація списку лівих
....границь в масив для гістограми
# Трансформація списку правих
....границь в масив для гістограми
# Виклик графічного редактора
# Виклик графічного модуля
# Побудова гістограми оцінок
....за теорію

```

Позначивши наступну команду в програмі In [63] та повторюючи, починаючи з неї уже виписані вище команди з In [32] по In [62], замінюючи при цьому в кожній з них лише останній індекс 1 на 2, отримаємо всю інформацію, необхідну для побудови гістограми оцінок за практику, з якої ми подамо лише список частот в діапазонах F, FX, E, D, C, B, A

```
In [85]: Lp12=[pF2,pFX2,pE2,pD2,pC2,pB2,pA2];Lp12
Out[85]:
[0.23333333333333334, 0.13333333333333333, 0.0, 0.03333333333333333,
0.03333333333333333, 0.13333333333333333, 0.43333333333333335]
```

За цими частотами та обчисленими командами In [58], In [59] значеннями x_{min} та x_{max} будемо гістограму оцінок за практику застосування теорії, яка показана на рис. 2.

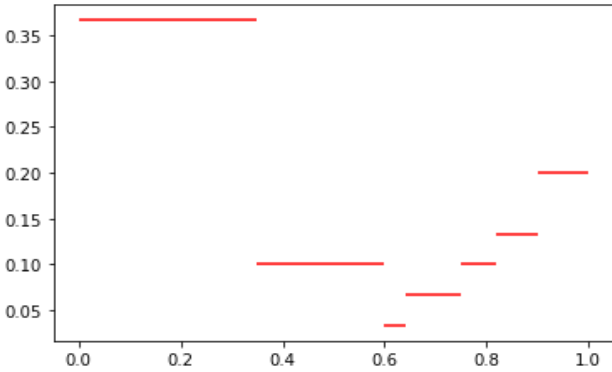


Рис. 1. Гістограма оцінок за знання теорії

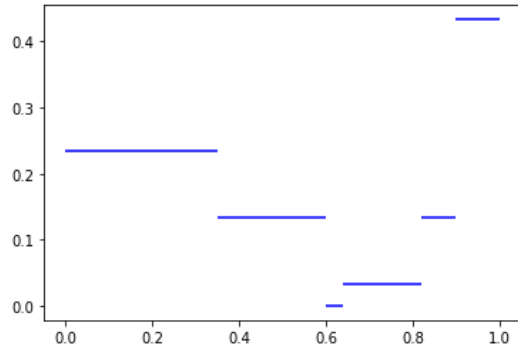


Рис. 2. Гістограма оцінок за практику застосування теорії

А позначивши наступну команду в програмі In [93] та повторюючи, починаючи з неї уже виписані вище команди з In [32] по In [62], відкидаючи при цьому в кожній з них останній індекс, отримаємо всю інформацію, необхідну для побудови гістограми оцінок за модулі, які інтегрують в себе оцінки як за знання з теорії, так і знання з практики її застосування, з якої ми подамо знову ж таки лише список частот в діапазонах F, FX, E, D, C, B, A

```
In [93]: Lp1=[pF,pFX,pE,pD,pC,pB,pA];Lp1
Out[93]:
[0.06666666666666667, 0.23333333333333334, 0.0, 0.2, 0.2, 0.16666666666666666,
0.13333333333333333]
```

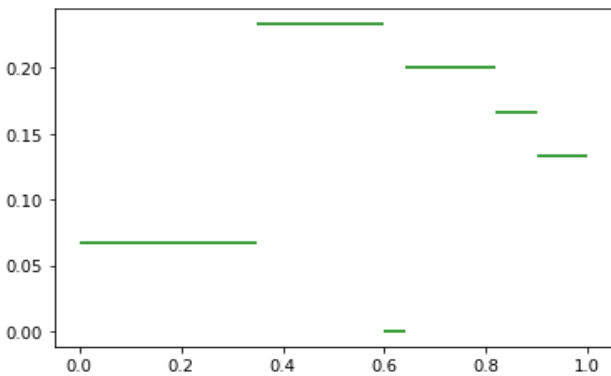


Рис. 3. Гістограма модульних оцінок, що характеризують як якість засвоєння теорії, так і якість практики застосування теорії

За цими частотами та обчисленими командами In [58], In [59] значеннями x_{min} та x_{max} будемо гістограму модульних інтегральних оцінок як за знання з теорії, так і за знання з практики застосування теорії, показану на рис. 3.

Попередній аналіз отриманих результатів

Для того, щоб почати цей аналіз винесемо з результатів програми окремим блоком середні значення сумарного масиву оцінок за знання теорії **mm11**, за знання практики використання теорії **mm12** та за інтегральні знання теорії і практики **mm1**:

$$\begin{cases} mm11 = 0,685, \\ mm12 = 0,678, \\ mm1 = 0,686. \end{cases} \quad (1)$$

Винесемо також окремим блоком середньоквадратичні відхилення сумарного масиву оцінок за

знання теорії $st11$, за знання практики використання теорії $st12$ та за інтегральні знання теорії і практики $st1$:

$$\begin{cases} st11 = 0,306, \\ st12 = 0,389, \\ st1 = 0,225. \end{cases} \quad (2)$$

З виразів (1) легко бачити, що за кожним напрямком оцінювання контроль якості свідчить про позитивне сприйняття процесу вивчення групою студентів як теорії, так і практики, а також і у їхньому поєднанні, адже усі середні оцінки є вищими за нижню границю найнижчої позитивної оцінки E , яка дорівнює 0,6.

А далі згадаємо про те [10], що для того, щоб з високою довірчою ймовірністю, яка є рівною 0,95, випадкові величини підкорялись нормальному закону розподілу, 95 % їх повинно попадати у довірчий діапазон значень

$$J = [mm - 2st, mm + 2st]. \quad (3)$$

Підставляючи у вираз (3) значення mm та st за кожним напрямком контролю з виразів (1) та (2), бачимо, що жоден масив оцінок з ймовірністю 0,95 нормальному закону не підпорядковується, але, якщо довірчу ймовірність знизити до теж прийнятної для малопотужних множин рівня 0,9, то інтегральний модульний контроль уже наближається до нормального закону розподілу, але множини оцінок за теорію та за практику залишаються далекими від нормального закону розподілу. І це висновок підтверджується також і гістограмами, показаними на рис. 1—3, з яких ми бачимо, що лише гістограма інтегральних оцінок, показана на рис. 3, нагадує ступінчастий графік симетричної «дзвінницевої» функції, притаманної нормальному закону розподілу, а гістограми оцінок за теорію (див. рис. 1) та практику (див. рис. 2) нагадують ступінчасті графіки симбіозу α -розподілу в області низьких оцінок та β -розподілу в області високих оцінок.

На цьому ми в попередньому аналізі отриманих результатів поставимо крапку, а матеріал про способи використання побудованої бази даних для ідентифікації математичних моделей процесів оцінки якості вивчення студентами навчальних дисциплін викладемо у нашій наступній статті.

Висновки

1. Запропоновано спосіб приведення різнодіапазонних оцінок якості різних аспектів вивчення студентами навчальних дисциплін до однорідних множин, придатних для статистичного аналізу, що дозволяє створювати достатньо інформативну базу даних навіть для малоформатних студентських груп, наявність яких в університетах є характерною особливістю існуючого нині в університетах процесу підготовки спеціалістів зі спеціальностей, які не є привабливими, незважаючи на їхню необхідність.

2. Розроблено програму реалізації запропонованого способу створення бази даних для оцінки якості навчального процесу у малоформатних групах мовою Python.

3. Створено базу даних для оцінки якості навчального процесу з дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень в галузі ІТ» в малоформатній групі магістерської підготовки для спеціальності 126.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Б. І. Мокін, і О. Б. Мокін, *Методологія та організація наукових досліджень*, навч. посіб., 2-е вид., змін. та доп. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://mokin.com.ua/pedagogical/posibn/6504.html#WODckWe_4fU.
- [2] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, О. М. Мензул, і В. М. Мізерний, «Математична модель прогнозу рівня кваліфікації, яку отримає кожний студент в результаті освоєння робітничої професії. Частина 1: формалізація, структуризація і параметризація задачі», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 5, с. 125-129, 2012.
- [3] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, О. М. Мензул, і В. М. Мізерний, «Математична модель прогнозу рівня кваліфікації, яку отримає кожний студент в результаті освоєння робітничої професії. Частина 2: побудова нечіткої бази знань та її алгоритмізація», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 6, с. 152-156, 2012.
- [4] Б. І. Мокін, А. В. Писклярова, і О. Б. Мокін, «Дослідження впливу синергетичної складової у математичній моделі процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни», *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, № 2, с. 9-14, 2013.
- [5] О. О. Войцеховська, Б. І. Мокін, і О. В. Слободянюк, «Системний підхід до аналізу процесу функціонування закладу вищої освіти», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 1, с. 31-40, 2019. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2019-142-1-31-40>.
- [6] Б. І. Мокін, О. Б., Мокін, і О. М. Косарук, *Ідеологія дуальності в вищій технічній освіті на основі інтеграції навчання з виробництвом*, моногр. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2019, 224 с.

[7] Boris I. Mokin, Oleksander B. Mokin, Olena M. Kosaruk, Mashat Kalimoldayev, and Waldemar Wójci, "Assessment of the knowledge quality level based on fuzzy models of its acquisition processes," *Przegląd Elektrotechniczny*, no. 09, pp. 114-119, 2020. <https://doi.org/10.15199/48.2020.09.24> .

[8] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, і О. О. Войцеховська, «Про один із підходів до системного планування розвитку університету на основі нечіткого варіанту багатокритеріальної оптимізації,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 5, с. 108-116, 2021. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-158-5-108-116> .

[9] B. I. Mokin, and O. O. Voitsekhovska, "System analysis of the impact of material repetition, set out earlier, on the assimilation of the new," *SWorldJournal*, no. 10 (1), pp. 43-51, Nov. 2021. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2021-10-01-012> .

[10] Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, і О. Б. Мокін, *Практикум для самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень». Частина 1: від постановки задачі до синтезу та ідентифікації математичної моделі*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://mokin.com.ua/files/articles/65/46/Mokin_SRS_MOND.pdf .

[11] Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, і О. Б. Мокін, *Навчальний посібник для опанування студентами способів розв'язання задач з функціонального аналізу мовою Python*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2022, 124 с.

Рекомендована кафедрою системного аналізу та інформаційних технологій ВНТУ.

Стаття надійшла до редакції 22.09.2022

Войцеховська Ольга Олександрівна — аспірантка, асистент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, e-mail: olgav1085@gmail.com ;

Мокін Борис Іванович — академік НАПН України, д-р техн. наук, професор, професор кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, e-mail: borys.mokin@gmail.com ;

Шалагай Дмитро Олександрович — аспірант кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, e-mail: 380968085709d@gmail.com .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

O. O. Voitsekhovska¹
B. I. Mokin¹
D. O. Shalagai¹

On One Method of Creating a Database for System Analysis of the Quality of Students' Learning of an Educational Discipline

¹Vinnitsia National Technical University

From the works devoted to the analysis of the educational process in universities, it is easy to see that the mathematical models used to evaluate the quality of this process have their own specificity, in which the leading place is occupied by the limitation of the sets of evaluation data, which is due to a significant number of small-format groups, the number of which is not exceeds 10 students, and the limitation of the number of such sets, which is due to the prohibition to divide the semester into more than two final modules from a specific academic discipline and the prohibition to enter more than one colloquium from the theoretical part of the academic discipline and more than one control paper from its practical part in each of these modules. Since in order to build, for example, the law of distribution of grades from an educational discipline, it is necessary to have them in a homogeneous set of at least 30, so that each range A, B, C, D, E, FX, F of the ECTS system accounts for the calculation of the frequency of the grade falling into each of these ranges, on average, at least 4–5 values were found, then the task arises of constructing a homogeneous set of estimates, which has sufficient power to adequately identify a mathematical model suitable for system analysis, from sets of estimates for each individual type of control, which have different scales of the entire control procedure. In this paper, a method of reducing multi-range assessments of the quality of students' assimilation of educational disciplines to homogeneous sets suitable for statistical analysis is proposed, which allows creating a sufficiently informative database even for small-format student groups, and a program for implementing the proposed method of creating a database for evaluating the quality of the educational process is also developed in small-format groups in the Python language, and a database was created to assess the quality of the educational process in the discipline "Methodology and organization of scientific research in IT" in a small-format group of master's training for specialty 126.

Keywords: educational process, quality assessment, database, method of reducing multi-range estimates to homogeneous sets, Python-implementation of the method of creating a database.

Voitsekhovska Olha O. — Post-Graduate Student, Assistant of the Chair of System Analysis and Information Technologies, e-mail: olgav1085@gmail.com ;

Mokin Borys I. — Academician of NAPS of Ukraine, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of System Analysis and Information Technologies, e-mail: borys.mokin@gmail.com ;

Shalagai Dmytro O. — Post-Graduate Student of the Chair of System Analysis and Information Technologies, e-mail: 380968085709d@gmail.com