

the stage of self-training should be individual in nature. So, the didactically balanced organization of students' self-training in the university when studying higher mathematics creates favorable conditions for improving learning, activating the educational and cognitive activity of students, developing their cognitive independence, and revealing their creative potential.

Key words. Self-training, higher mathematics, students, organization, independent work, teaching methods, structured content, system of questions and tasks, teaching aids, control and self-control.

УДК [378.016:517]:581

DOI 10.5281/zenodo.8028498

А. І. Римар

ORCID ID 0000-0001-9077-236X

В. В. Корольський

ORCID ID 0000-0002-7409-4201

Криворізький державний педагогічний університет

ГЕОМЕТРИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ РОСЛИНАМИ-СИМВОЛАМИ УКРАЇНИ

Метою дослідження є процес генерування числових рядів, геометрична інтерпретація яких є елементом рослинної символіки України. Об'єктом дослідження є числові ряди. Предмет дослідження – отримання загальних членів рядів внаслідок використання їх геометричної інтерпретації; визначення збіжності сформованих рядів і розрахунок їх суми.

Результати дослідження: вирішена сукупність задач по створенню числового ряду з візуалізацією його членів методом застосування геометричних інтерпретацій; виконано дослідження одержаних рядів на збіжність; розглянуті можливості використання міжпредметних зв'язків при генерації числових рядів, заснованих на різноманітних геометричних інтерпретаціях; стало відомо, що використані алгоритми отримання рядів можуть бути застосовані в ході інтегрованих уроків алгебри, геометрії та інших дисциплін в старшій школі, на факультативах, математичних гуртках, курсах з підвищення кваліфікації, математичних тижнях та схожих заходах; представлені основи здійснення дидактичного принципу наочності під час вивчення розділу «Ряди» здобувачами вищої освіти математичних спеціальностей.

Порекомендовано задачі на побудову та дослідження на збіжність числових рядів, пов'язаних з рослинною символікою України. Аргументовано використання запропонованого підходу протягом вивчення математичного аналізу майбутніми вчителями математичних дисциплін. Певною мірою задачі можуть бути використані при вивченні математики в старшій школі, на факультативних заняттях, математичних гуртках, курсах підвищення кваліфікації, інтегрованих уроках, тижнях математики та подібних заходах, заняттях з математичних дисциплін у різних закладах вищої освіти.

Надалі нами будуть проведені дослідження генерації числових рядів, геометрична інтерпретація яких пов'язана із застосуванням різних об'єктів побуту та довкілля.

Ключові слова: числовий ряд, геометрична інтерпретація, рослини-символи України, генерування числових рядів, математичний аналіз, здобувачі вищої освіти, освітній процес, математичні спеціальності.

Постановка проблеми. Ряди є одним з основних розділів сучасного математичного аналізу, вивчення якого в процесі підготовки вчителів математики вважається фундаментальною компонентою. Але при цьому слід зазначити, що в задачниках з математичного аналізу для дослідження рядів на збіжність пропонуються різні ряди, члени яких мають виключно формальний зміст і не відображають зв'язок між іншими

математичними дисциплінами та оточуючим світом. Відсутні розробки завдань, спрямованих на здійснення патріотичного виховання, виховання дбайливого ставлення до довкілля, зокрема природи рідного краю. Тому дослідження візуалізації членів числових рядів за допомогою різних геометричних моделей рослин-символів України мають актуальне практичне значення.

Аналіз актуальних досліджень. Розвитком теорії рядів займалися такі відомі науковці, як Л. Ейлер, Ж. Л. Д'Аламбер, О. Л. Коші, Е. Е. Кумер, Г. Раабе, П. Менгорі, Я. Бернуллі та інші.

За останні роки проблемі необхідності використання геометричної інтерпретації при вивченні числових рядів присвячений ряд публікацій Корольського В. В. [2; 4; 5; 6; 7], пов'язаних із відомими (класичними) числовими рядами: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$, $\sum_{n=1}^{\infty} ag^{n-1}$, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n+1}$ тощо. Також у цьому напрямі працювали Бобирь В. Д. [1], Габ С. С. [7], Комарова А. А., Няньчук В. В. та Примакова О. Ю., Романова А. М., Христюк А. М. [10; 11].

Напряму, пов'язаному із генерацією числових рядів за допомогою геометричних моделей державної символіки, об'єктів флори, які є символами України, спорту, продуктів харчування, інших об'єктів побуту та довкілля були присвячені публікації Римар А. І. [3; 8; 9].

Мета статті – представити результати дослідження числових рядів, геометричні інтерпретації яких пов'язані з рослинами-символами України.

Виклад основного матеріалу. На нашу думку, вивчення числових рядів варто починати на рівні геометричних образів членів ряду. Тому надалі пропонується до розгляду зображення рослин-символів України та виконується побудова різних числових рядів із застосуванням геометричної інтерпретації. Також представлено результати дослідження їх на збіжність [3; 8; 9].

Задача. Скласти числовий ряд площ криволінійних трапецій, що мають форму соняшника, вписаних у квадрат зі стороною $a_n = \frac{d_n}{4}$, де d_n – довжина діагоналі n -го квадрата. Дослідити цей ряд на збіжність.

Використаємо зображення соняшника, вписаного у квадрат зі стороною 1 одиниця довжини. На рис. 1 розглядаємо геометричні інтерпретації ряду із застосуванням аналітичних задань одержаних у ході написання кваліфікаційної роботи функцій, представлених в таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані

№	Функція	Проміжок
1	$y = \sqrt{0,05x} + 0,35$	$x \in (0; 0,2)$
2	$y = 1,25x^2 - x + 0,35$	$x \in (0; 0,4)$
3	$y = \sqrt{-\frac{x - 0,35}{60}} + 0,4$	$x \in (0,2; 0,35)$
4	$y = \sqrt{-1,25(x - 0,4)} + 0,15$	$x \in (0,35; 0,4)$
5	$y = \sqrt{0,2x - 0,1} + 0,2$	$x \in (0,5; 0,7)$
6	$y = -\sqrt{0,05x - 0,025} + 0,2$	$x \in (0,5; 0,7)$
7	$y = -1,25x^2 + 1,75x - 0,2125$	$x \in (0,7; 0,9)$
8	$y = 1,25x^2 - 1,75x + 0,7125$	$x \in (0,7; 0,9)$
9	$y = \sqrt[3]{\frac{x - 0,95}{400}} + 0,2$	$x \in (0,9; 1)$
10	$y = -\sqrt[3]{\frac{x - 0,95}{400}} + 0,3$	$x \in (0,9; 1)$

11	$y = -20x^2 + 20x - 4$	$x \in (0,45; 0,5)$
12	$y = 0,95$	$x \in (0,45; 0,5)$

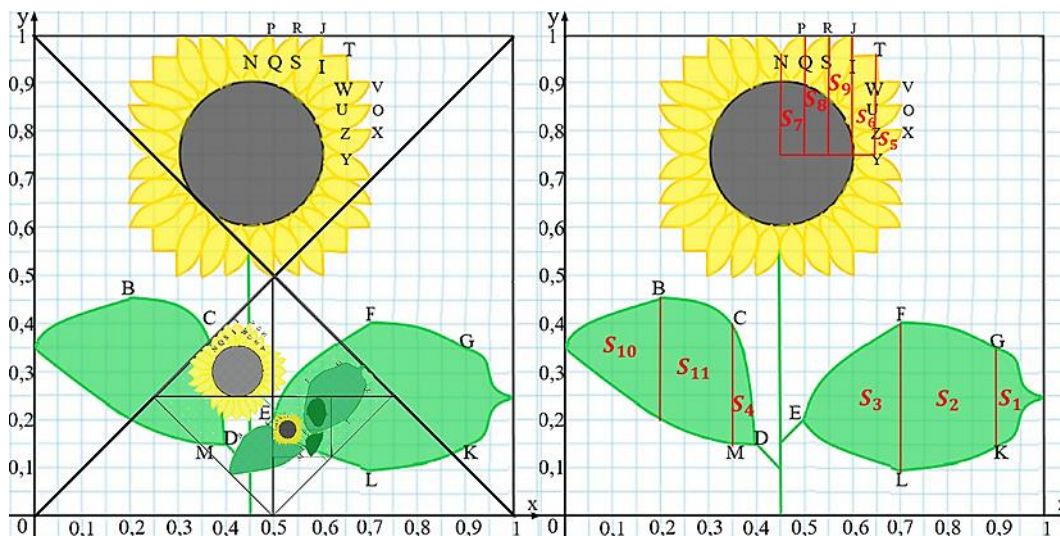


Рис. 1. Геометрична інтерпретація ряду «соняшників» з розбиттям криволінійної трапеції на фрагменти.

Знайдемо площу «соняшника». Вона обмежена різними графіками функцій. Тож, умовно розіб'ємо її прямими на менші площі. Обчислимо їх та знайдемо суму. Вона і буде площею шуканої криволінійної трапеції.

Площа S_1 обмежена графіками функцій: $x = 0,9$, $x = 1$, $y = \sqrt[3]{\frac{x-0,95}{400}} + 0,2$, $y = -\sqrt[3]{\frac{x-0,95}{400}} + 0,3$.

$$S_1 = \int_{0,9}^1 \left(-\sqrt[3]{\frac{x-0,95}{400}} + 0,3 - \left(\sqrt[3]{\frac{x-0,95}{400}} + 0,2 \right) \right) dx = 0,01$$

Решту площ можна обчислити за аналогічним алгоритмом із певними особливостями. В результаті отримано: $S_{\text{соняшника}} = 0,38$ кв. од.

Площа кожної криволінійної трапеції у формі соняха становить $0,38$ площі квадрата. Послідовність площ квадратів відома: $S_1 = 1$, $S_2 = \frac{1}{2^3}$, $S_3 = \frac{1}{2^6}$, ..., $S_n = \frac{1}{2^{3(n-1)}}$. Тож, можна легко отримати послідовність площ соняхів.

Одержано ряд виду: $\sum_{n=1}^{\infty} S_{n \text{ соняшника}} = \sum_{n=1}^{\infty} 0,38 \cdot \frac{1}{2^{3(n-1)}}$

Дослідимо його на збіжність.

Спочатку перевіримо виконання необхідної умови:

$\lim_{n \rightarrow \infty} S_{n \text{ соняшника}} = \lim_{n \rightarrow \infty} 0,38 \cdot \frac{1}{2^{3(n-1)}} = 0$ – необхідна умова виконується, а тому ряд площ «соняшників» може бути збіжним.

Дослідимо ряд на збіжність за ознакою Д'Аламбера. Для цього запишемо: $S_{n+1} = \frac{0,38}{2^{3n}}$

$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S_{n+1}}{S_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{3n-3}}{2^{3n}} = \frac{1}{2^3} < 1$ – ряд площ «соняшників» збіжний.

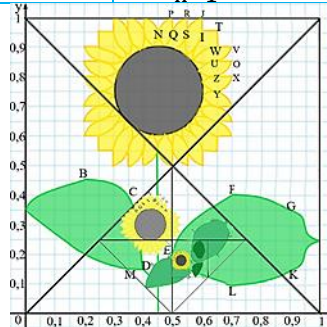
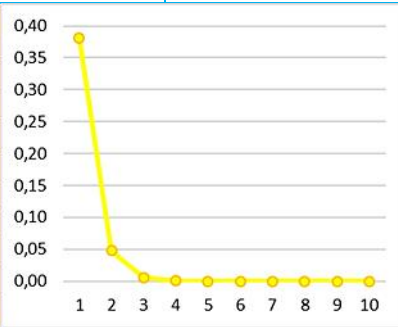
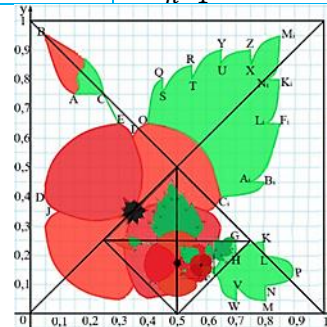
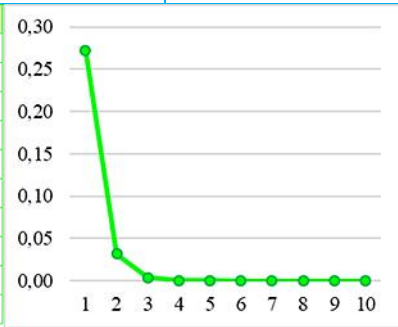
Ряд, отриманий нами – ряд геометричної прогресії, $S_1 \text{ соняшника} = 0,38$, $q = \frac{1}{2^3}$.

Обчислимо суму членів ряду: $S = \frac{S_1 \text{ соняшника}}{1-q} = 0,38 \cdot \frac{1}{1-\frac{1}{8}} = 0,43524$.

За аналогічним алгоритмом були отримані такі ряди площ різноманітних об'єктів флори України: соняшника, маку, мальви, колосків пшениці, кленових листків та барвінку. У таблиці 2 представлені результати дослідження рядів соняшників та квітів маку.

Таблиця 2

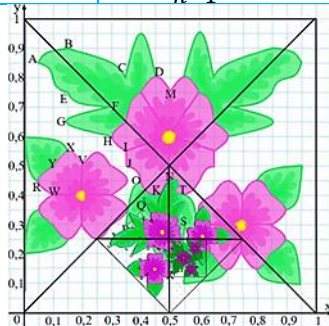
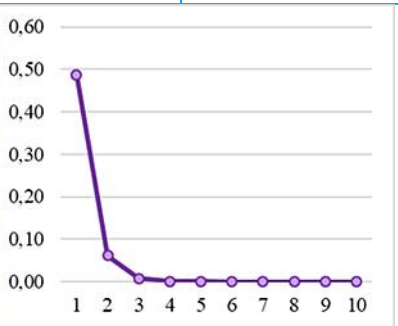
Результати дослідження рядів соняшників та квітів маку

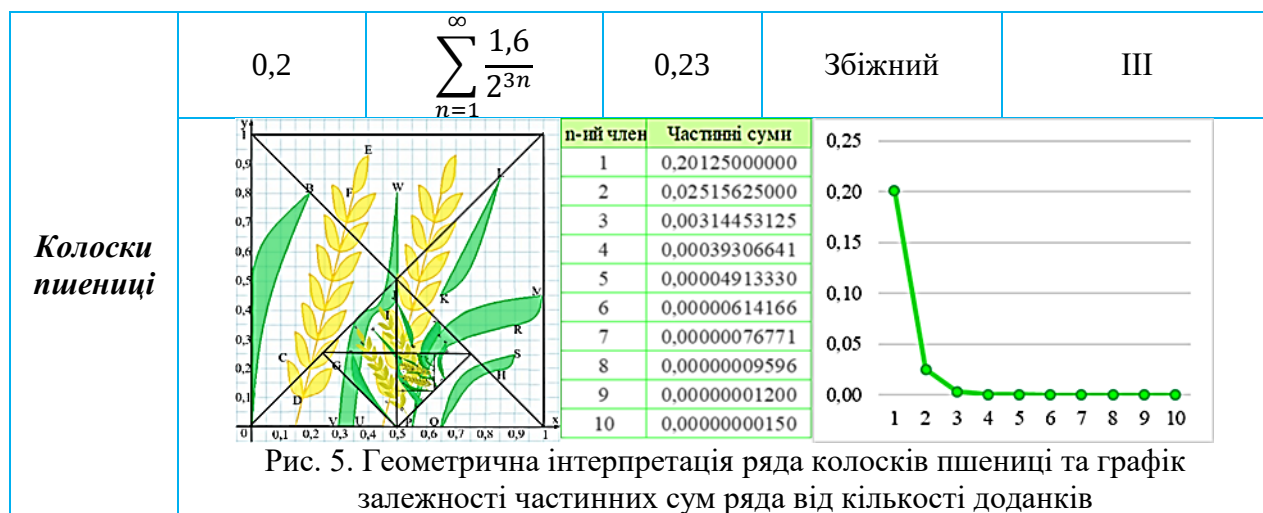
Об'єкт	Скр	Сігма-модель ряда	Сума ряда	Збіжність, розбіжність	Рівень складності задачі																					
Соняшник	0,38	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3,046}{2^{3n}}$	0,43524	Збіжний	III																					
	 <table><tr><th>п-ий член</th><th>Частинні суми</th></tr><tr><td>1</td><td>0,38075000000</td></tr><tr><td>2</td><td>0,04759375000</td></tr><tr><td>3</td><td>0,00594921875</td></tr><tr><td>4</td><td>0,00074365234</td></tr><tr><td>5</td><td>0,00009295654</td></tr><tr><td>6</td><td>0,00001161957</td></tr><tr><td>7</td><td>0,00000145245</td></tr><tr><td>8</td><td>0,00000018156</td></tr><tr><td>9</td><td>0,00000002269</td></tr><tr><td>10</td><td>0,00000000284</td></tr></table> 					п-ий член	Частинні суми	1	0,38075000000	2	0,04759375000	3	0,00594921875	4	0,00074365234	5	0,00009295654	6	0,00001161957	7	0,00000145245	8	0,00000018156	9	0,00000002269	10
п-ий член	Частинні суми																									
1	0,38075000000																									
2	0,04759375000																									
3	0,00594921875																									
4	0,00074365234																									
5	0,00009295654																									
6	0,00001161957																									
7	0,00000145245																									
8	0,00000018156																									
9	0,00000002269																									
10	0,00000000284																									
Мак	0,53342	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4,2674}{2^{3n}}$	0,61	Збіжний	III																					
	 <table><tr><th>п-ий член</th><th>Частинні суми</th></tr><tr><td>1</td><td>0,27250000000</td></tr><tr><td>2</td><td>0,03146875000</td></tr><tr><td>3</td><td>0,00393359375</td></tr><tr><td>4</td><td>0,00049169922</td></tr><tr><td>5</td><td>0,00006146240</td></tr><tr><td>6</td><td>0,00000768280</td></tr><tr><td>7</td><td>0,00000096035</td></tr><tr><td>8</td><td>0,00000012004</td></tr><tr><td>9</td><td>0,00000001501</td></tr><tr><td>10</td><td>0,00000000188</td></tr></table> 					п-ий член	Частинні суми	1	0,27250000000	2	0,03146875000	3	0,00393359375	4	0,00049169922	5	0,00006146240	6	0,00000768280	7	0,00000096035	8	0,00000012004	9	0,00000001501	10
п-ий член	Частинні суми																									
1	0,27250000000																									
2	0,03146875000																									
3	0,00393359375																									
4	0,00049169922																									
5	0,00006146240																									
6	0,00000768280																									
7	0,00000096035																									
8	0,00000012004																									
9	0,00000001501																									
10	0,00000000188																									

У таблиці 3 представлені результати дослідження рядів мальв та колосків пшениці.

Таблиця 3

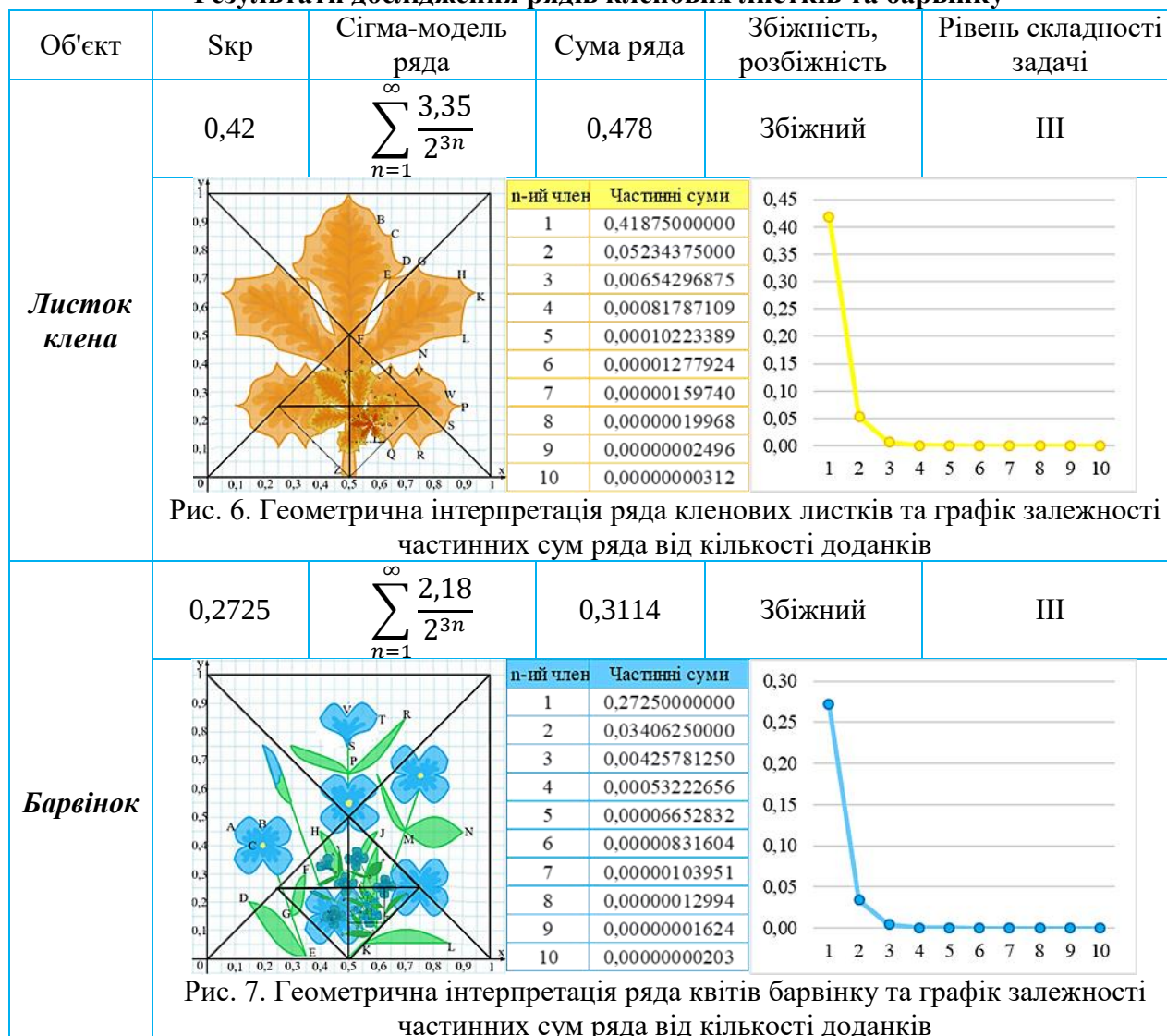
Результати дослідження рядів мальв та колосків пшениці

Об'єкт	Скр	Сігма-модель ряда	Сума ряда	Збіжність, розбіжність	Рівень складності задачі																					
Мальви	0,488	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3,9}{2^{3n}}$	0,5575	Збіжний	III																					
	 <table><tr><th>п-ий член</th><th>Частинні суми</th></tr><tr><td>1</td><td>0,4875000000</td></tr><tr><td>2</td><td>0,06093750000</td></tr><tr><td>3</td><td>0,00761718750</td></tr><tr><td>4</td><td>0,00095214844</td></tr><tr><td>5</td><td>0,00011901855</td></tr><tr><td>6</td><td>0,00001487732</td></tr><tr><td>7</td><td>0,00000185966</td></tr><tr><td>8</td><td>0,00000023246</td></tr><tr><td>9</td><td>0,00000002906</td></tr><tr><td>10</td><td>0,00000000363</td></tr></table>  Рис. 4. Геометрична інтерпретація ряду мальв та графік залежності частинних сум ряду від кількості доданків					п-ий член	Частинні суми	1	0,4875000000	2	0,06093750000	3	0,00761718750	4	0,00095214844	5	0,00011901855	6	0,00001487732	7	0,00000185966	8	0,00000023246	9	0,00000002906	10
п-ий член	Частинні суми																									
1	0,4875000000																									
2	0,06093750000																									
3	0,00761718750																									
4	0,00095214844																									
5	0,00011901855																									
6	0,00001487732																									
7	0,00000185966																									
8	0,00000023246																									
9	0,00000002906																									
10	0,00000000363																									



Результати дослідження рядів кленових листків та барвінку представлені в таблиці 4. Таблиця 4

Результати дослідження рядів кленових листків та барвінку



Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведене дослідження довело, що геометричні інтерпретації допомагають у сприйнятті навчального матеріалу, поглибленні знань, впровадженні нестандартного, компетентнісного, різнорівневого

підходів, міжпредметних зв'язків, зв'язків з життям, родом зайнятості та іншими темами курсу математики при вивченні числових рядів.

Порекомендовано задачі на побудову та дослідження на збіжність числових рядів, пов'язаних з рослинною символікою України. Аргументовано використання запропонованого підходу протягом вивчення математичного аналізу майбутніми вчителями математичних дисциплін. Одержані результати дослідження були використані при проведенні виховних заходів та занять у ВСП КФК ДУЕТ. Певною мірою задачі можуть бути використані при вивченні математики в старшій школі, на факультативних заняттях, математичних гуртках, курсах підвищення кваліфікації, інтегрованих уроках, тижнях математики та подібних заходах, заняттях з математичних дисциплін у різних закладах вищої освіти.

Надалі нами будуть проведені дослідження генерації числових рядів, геометрична інтерпретація яких пов'язана із застосуванням різних об'єктів побуту та довкілля. Зокрема, буде розв'язано задачі про числові ряди, пов'язані з рідкісними представниками фавни, математичними трояндами Гвідо-Гранді тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бобирь, В. Д., Христюк, А. М., Корольський В. В. (2019). Реалізація дидактичного принципу наочності при вивченні числових рядів. Молоді вчені 2019 – від теорії до практики: X Міжнародна конференція молодих вчених (Дніпро, 7 березня 2019 р.). Дніпро, 2019. (сс. 249–252). (Bobyry, V. D., Hrystiuk, A. M., Korolskiy, V. V. (2019). Implementation of the didactic principle of visuality in the study of number series. Young scientists 2019 – from theory to practice: X International conference of young scientists (Dnipro, March 7, 2019). Dnipro, 2019. (pp. 249–252).
2. Корольський, В. В. (2017). Геометрична інтерпретація числових рядів. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник, С. О. Семеріков (ред.). Кривий Ріг, XV, 57–63. (Korolskiy, V. V. (2017). Geometric interpretation of numerical series. Latest computer technologies: scientific and methodical collection, S. O. Semerikov (Ed.). Kryvyi Rih, XV, 57–63).
3. Корольський, В. В., Римар, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з державною символікою. Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць. Суми, 2(20), 29–38. (Korolskiy, V. V., Rymar, A. I. (2022). Geometric interpretation of numerical series associated with state symbols. Topical issues of natural and mathematical education: a collection of scientific papers. Sumy, 2(20), 29–38).
4. Корольський, В. В. (2018). Геометрична інтерпретація числового ряду арифметичної прогресії. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник, С. О. Семеріков (ред.). Кривий Ріг, XVI, 59–66. (Korolskiy, V. V. (2018). Geometric interpretation of a numerical series of arithmetic progression. Latest computer technologies: scientific and methodical collection, S. O. Semerikov (Ed.). Kryvyi Rih, XVI, 59–66).
5. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Лінійна, квадратурна та кубатурна геометрична інтерпретація числових рядів засобами моделювання. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник, С. О. Семеріков (ред.). Кривий Ріг, XVI, 67–73. (Korolskiy, V. V., Gab, S. S. (2018). Linear, quadrature and cuboidal geometric interpretation of numerical series by means of modeling. Latest computer technologies: scientific and methodical collection, S. O. Semerikov (Ed.). Kryvyi Rih, XVI, 67–73).
6. Корольський, В. В., Шокалюк, С. В., Мельниченко, Ю. А. (2018). Теоретико-методичні засади геометричного моделювання числових рядів. Фізико-математична освіта, 4(18), 81–89. (Korolskiy, V. V., Shokaliuk, S. V., Melnychenko Y. A. Theoretical and methodological foundations of geometric modeling of numerical series. Physics and Mathematics Education, 4(18), 81–89).
7. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Числові ряди, які пов'язані з параметрами додекаедра. Вісник міжнародного дослідницького центру «Людина: мова, культура,

- пізнання» : науковий журнал, В. В. Корольський (ред.). Кривий Ріг, 42, 39–45. (Korolskiy, V. V., Gab, S. S. (2018). Numerical series related to the parameters of the dodecahedron. Bulletin of the International Research Center "Man: Language, Culture, Cognition" : scientific journal, V. V. Korolskiy (Ed.). Kryvyi Rih, 42, 39–45).
8. Рymar, А. І. (2022). Генерація і дослідження числових рядів із застосуванням квадратури проєкцій різноманітних об'єктів: кваліфікаційна робота ступеня вищої освіти магістр, спеціальності 01404 середня освіта (математика), В. В. Корольський (наук. кер.). Кривий Ріг. (Rymar, A. I. (2022). Generation and study of numerical series using the quadrature of projections of various objects: qualification work for higher education degree Master, specialty 01404 secondary education (mathematics), V. V. Korolskiy (sc. superv.). Kryvyi Rih).
 9. Рymar, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з об'єктами флори. Наукові записки молодих учених, випуск 10. Кропивницький: ПБВ ЦДПУ ім. В. Винниченка. Режим доступу: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1968/pdf>. (Rymar, A. I. (2022). Geometric interpretation of numerical series associated with flora objects. Scientific notes of young scientists, Issue 10, Kropyvnytskyi: V. V. Vynnychenko Central State Pedagogical University).
 10. Христюк, А. М., Бобирь, В. Д. (2019). Зв'язок рядів арифметичної прогресії та гармонічних рядів. Матеріали міжнародної науково-методичної конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2019 р.) (Черкаси, 11–12 квітня 2019 р.). Черкаси : ФОП Гордієнко Є. І. (Hrystiuk, A. M., Bobyr, V. D. (2019). The relationship between the series of arithmetic progression and harmonic series. Materials of the International Scientific and Methodical Conference "Problems of Mathematical Education" (PМО – 2019) (Cherkasy, Apr. 11–12, 2019). Cherkasy : FOP Gordienko E. I.).
 11. Христюк, А. М., Бобирь, В. Д. (2019). Реалізація дидактичного принципу наочності при вивченні числових рядів. X Міжнародна конференція молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики» (Дніпро, 7 березня 2019 р.). Дніпро. (Hrystiuk, A. M., Bobyr, V. D. (2019). Implementation of the didactic principle of visuality in the study of number series. 10th International Conference of Young Scientists "Young Scientists 2019 – from Theory to Practice" (Dnipro, March, 7 2019). Dnipro).
 12. Шкіль, М. І. (1981). Математичний аналіз, ч II: Посібник для педагогічних інститутів. Київ : Вища школа. Головне видавництво. (Schkil, M. I. Mathematical analysis, part II: Manual for pedagogues institutes. Kyiv : Vyshcha shkola. Main publishing house).

Rymar A. I., Korolskiy V. V. Geometric interpretation of numerical series associated with plants-symbols of Ukraine.

The purpose of the study is to generate numerical series, the geometric interpretation of which is an element of the plant symbolism of Ukraine. The object of the study is numerical series. The subject of the study is to obtain the common terms of the series by using their geometric interpretation; to determine the convergence of the generated series and calculate their sum.

The results of the study: a set of problems on creating a numerical series with visualization of its members by the method of applying geometric interpretations has been solved; a study of the obtained series for convergence was performed; considered the possibilities of using intersubject relationships in the generation of numerical series based on various geometric interpretations; it became known that the used algorithms for obtaining series can be applied in the course of integrated lessons of algebra, geometry and other disciplines in high school, in electives, mathematics clubs, advanced training courses, mathematics weeks and similar events; the basics of the implementation of the didactic principle of clarity during the study of the "Rows" section by students of higher education in mathematical specialties are presented.

Tasks for construction and research on the convergence of numerical series related to plant symbols of Ukraine are recommended. The use of the proposed approach during the study of mathematical analysis by future teachers of mathematical disciplines is argued. To a certain extent, the problems can be used in the study of mathematics in high school, in optional classes,

mathematics clubs, advanced training courses, integrated lessons, mathematics weeks and similar events, classes in mathematical disciplines in various institutions of higher education.

In the future, we will conduct research on the generation of numerical series, the geometric interpretation of which is connected with the use of various objects of everyday life and the environment.

Key words: number series, geometric interpretation, plants-symbols of Ukraine, generation of number series, mathematical analysis, students of higher education, educational process, mathematical specialties.

УДК 378 : 517 : 535

DOI

З. О. Сердюк

ORCID ID 0000-0002-9376-4346

А. В. Ткаченко

ORCID ID 0000-0002-5326-1840

Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Підготовка сучасного конкурентно-спроможного фахівця у галузі природничих наук, а саме – фізики – певною мірою залежить від його математичної підготовки. Адже розв'язувати практичні фізичні задачі без потужного математичного апарату неможливо. Тому підготовка майбутніх фахівців з різних фізичних спеціальностей, зокрема 104 «Фізика та астрономія», 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» та інших має базуватися на ґрунтовній математичній базі. Тому метою статті є розглянути особливості організації вивчення математичних курсів для студентів-фізиків з опорою на подальше застосування під час розв'язування фізичних задач.

Для досягнення поставленої мети було використано такі методи дослідження: 1) теоретичні – аналіз науково-методичної літератури, аналіз стандартів зі спеціальностей 104 та 105, змісту навчальних підручників з різних розділів фізики, математичного аналізу, вищої математики; 2) емпіричні – проведено опитування серед студентів та викладачів щодо ефективності використання розробленої нами системи завдань.

У результаті роботи нами децю удосконалено систему завдань щодо використання математичного апарату, спрямованої на підготовку студентів-фізиків до розв'язування практичних фізичних задач та розроблено методичні рекомендації до кожного виду завдань. У подальшому плануємо створити дидактично виважену систему завдань до різних тем з математичного аналізу, вищої математики (зокрема диференціальні рівняння) з урахуванням специфіки підготовки майбутніх фахівців з фізичних спеціальностей ЗВО.

Ключові слова: фізичні задачі, математичний аналіз, вища математика, семіотичний підхід, студенти-фізики, стандарт вищої освіти, розв'язування фізичних задач, майбутні фахівці з фізичних спеціальностей.

Постановка проблеми. Курси математичного аналізу та вищої математики є базовими курсами циклу математичних дисциплін, які вивчають студенти більшості нематематичних спеціальностей класичних, педагогічних, технічних ЗВО. Наприклад, у класичних університетах – це спеціальності «Фізика та астрономія», «Прикладна фізика та наноматеріали», «Середня освіта (фізика)» тощо. Дані курси спрямовані не лише на засвоєння студентами основних математичних понять і фактів диференціального та інтегрального числення функцій однієї та кількох змінних, їх застосування до дослідження функцій,