УДК 372.851
DOI https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-3

ІНТЕГРАТИВНІСТЬ МАТЕМАТИКО-ЕКОНОМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЯК ОСНОВА ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ЕКОНОМІКИ

Пасічник Наталя Олексіївна,
доктор історичних наук, професор,
професор кафедри математики та методики її навчання
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-0923-9486
Researcher ID: Q-8394-2019
Scopus Author ID: 36069805800

Ріжняк Ренат Ярославович,
доктор історичних наук, професор,
професор кафедри математики та методики її навчання
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-1977-9048
Researcher ID: Q-3371-2019
Scopus Author ID: 57209170870

Стаття присвячена висвітленню особливостей реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх учителів математики та економіки через формування у студентів здатності аналізувати математико-економічні моделі. У ході експериментального дослідження використовувалися теоретичні методи, зокрема аналіз психолого-педагогічної та фахової літератури з проблеми дослідження, та емпіричні, зокрема педагогічне спостереження за навчально-пізнавальною діяльністю учнів, бесіди з вчителями математики та економіки.

У результаті дослідження основних типів моделей, що використовуються у процесі практичної фахової підготовки майбутніх вчителів математики та економіки, авторами були проаналізовані найпростіші функціональні залежності та їх властивості (задачі на відсотки та задачі лінійного програмування, елементарні функції та їх дослідження та побудова графіків) та диференціальне й інтегральне числення функцій з однією змінною (похідна та еластичність функції, середнє значення функції, друга похідна та її властивості, асимптоти графіка функції, невизначений та визначений інтеграли).

Проведене дослідження привело до таких висновків. По-перше, основною ідеєю першого етапу реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх учителів математики та економіки є формування у студентів поняття про економічні задачі як про економічний зміст математичних моделей, з одного боку, а з іншого, – формування поняття про математичні моделі як про метод в економіці. По-друге, другим і завершальним етапом реалізації інтегративного підходу до підготовки таких вчительських кадрів є формування у студентів здатностей аналізувати та використовувати математико-статистичні моделі у процесі розв'язування задач інтегративного змісту. По-третє, результатом такої діяльності буде синтез нових знань та здатностей – цілісних зв'язків між предметними областями знань та новими синтезованими суб'єктами навчання компонентами.

Ключові слова: *інтегративний підхід, підготовка вчителів, математика, економіка, математичні моделі, економічні задачі.*

Pasichnyk Nataliia, Rizhniak Renat. An integration of the mathematical and economic models as the basis of the training of the teachers of mathematics and economics

The article is dedicated to highlighting the features of the implementation of an integrative approach to the training of the future teachers of mathematics and economics through the formation of the students' abilities to analyze mathematical

and economic models. In the course of the experimental study, theoretical (analysis of psychological-pedagogical and professional literature on the research problem), and empirical methods (pedagogical observation of the educational and cognitive activity of students, conversations with teachers of mathematics and economics) were used.

As a result of the analysis of the main types of the models used in the process of practical professional training of the future teachers of mathematics and economics, the authors analyzed the simplest functional dependencies and their properties (problems on percentages and linear programming problems, elementary functions and their research and graphing) and the differential and integral calculus of functions with one variable (derivative and elasticity of a function, average value of a function, second derivative and its properties, asymptotes of a graph of a function, indefinite and definite integrals).

The conducted research led to the following conclusions. Firstly, the main idea of the first stage of the implementation of an integrative approach to the training of the future teachers of mathematics and economics is the formation of the students' concept of the economic problems as the economic content of mathematical models on the one hand, and on the other - the formation of the concept of mathematical models as a method in economics. Secondly, the second and the final stage of the implementation of an integrative approach to the training of such teaching staff is the formation of students' abilities to analyze and use mathematical and statistical models in the process of solving problems of integrative content. Thirdly, the result of such activity will be the synthesis of a new knowledge and the abilities - the integral connections between the subject areas of knowledge and the new synthesized subjects of learning by components.

Key words: *integrative approach, teacher training, mathematics, economics, mathematical models, economic problems.*

Вступ. Сучасна економічна теорія використовує як звичайний, природний та необхідний інструмент математичні моделі та методи. Причому це проявляється як на макро-, так і на мікрорівні розвитку економічної науки. Використання математики в економіці дає можливість відокремити та формально описати найбільш суттєві зв'язки економічних змінних та об'єктів. Як наслідок, вивчення будь-якого складного економічного об'єкту передбачає використання високого ступеня абстрагування. Крім того, математико-статистичні методи дають можливість індуктивним шляхом отримувати нову інформацію про економічні об'єкти – про їх форму та параметри залежностей їхніх змінних, які найбільше відповідають спостереженням. Зрештою, застосування математичної мови дає можливість точно та компактно викладати положення економічної теорії. Таким чином, для вивчення різноманітних економічних явищ вчені-економісти використовують спрощені (абстраговані) формальні описи, використовуючи при цьому математичні методи та моделі. Отримані результати фахівці економіки називають економічними моделями.

Особливої актуальності така змістовна й структурна інтегративність математики та економіки як наукових галузей набуває під час підготовки майбутніх вчителів з цих дисциплін. Сьогодні актуальною постає розробка системи інтегративних знань в освітній сфері, зокрема й у сфері професійно-педагогічної підготовки, тому проблема організації навчальної діяльності на основі інтегративних підходів є актуальною у системі професійно-педагогічної підготовки.

Вирішенням проблеми реалізації інтегративного підходу до шкільного навчання та професійної та педагогічної підготовки займалися різні вітчизняні науковці. Серед різноманіття напрацювань виділимо програмні монографії О.В. Вознюк, О.В. Дубасенюк [3] та С.Ф. Клепка [7], а також праці авторів Т.М. Засєкіної [5] (щодо реалізації інтегративного підходу у шкільній природничій освіті), Я.М. Собка [15] (щодо впровадження інтеграції у професійно-технічній освіті), А.О. Клочко [8] (стосовно інтегрованого підходу як сучасної форми організації навчального процесу), Л.В. Дольнікової [4] (щодо інтеграції та систематизації змісту фундаментальних дисциплін у вищій школі), методичний посібник М.В. Опачко [11] (розкриття змісту системного та інтегративного підходів в освіті) та навчальний посібник А. Зимульдінової [6] (інтегроване вивчення предметів за галузями знань). У перелічених працях із різноманітних точок зору та на різному матеріалі обґрунтовується доцільність реалізації інтеграції у школі та у вищій освіті. Автори дослідження також долучалися до вивчення цієї проблеми. У працях [9] та [10]

було визначено теоретично та проілюстровано на прикладах поняття про задачі інтегративного змісту. У роботі [1] представлений спосіб реалізації інтегративного підходу до навчання математики через інтегровані образи, а в дослідженні [2] описані на теоретичному рівні моделі реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх вчителів. У статтях [12], [13], [14] автори представили методику розв'язування шкільних задач з реалізацією інтегративних компонентів з математики та економіки.

У цій науковій розвідці ми використаємо перелічені теоретичні напрацювання та доповнимо й уточнимо їхні положення аналізом інтегративного потенціалу математико-економічних моделей в умовах підготовки майбутніх учителів математики й економіки.

Отже, **метою статті** є висвітлення особливостей реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх учителів математики та економіки через формування у студентів здатностей аналізувати математико-економічні моделі.

Методи дослідження. У ході експериментального дослідження використовувалися теоретичні методи (аналіз психолого-педагогічної та фахової літератури з проблеми дослідження), емпіричні методи (педагогічне спостереження за навчально-пізнавальною діяльністю учнів, бесіди з вчителями математики та економіки).

Результати. Інтегративний підхід в освіті веде до інтеграції її змісту, тобто доцільного та обґрунтованого об'єднання його елементів у цілісність. При цьому результатом такого інтегративного підходу може бути цілісна система знань. У практичній площині інтегративний підхід реалізується під час вивчення інтегрованих курсів чи окремих предметів з освітньої галузі, коли цілісність знань формується завдяки інтеграції (горизонтальній або вертикальній) їх на основі спільних для всіх предметів понять, застосування методів і форм навчання, оцінювання та корекції навчальних досягнень суб'єктів навчання, що спрямовують освітній процес на об'єднання знань. Одним із завдань математико-економічної підготовки майбутніх вчителів математики та економіки є формування у них готовності до застосування здобутих знань, що забезпечується прикладною спрямованістю навчання і реалізується через застосування математико-економічних моделей під час розв'язування прикладних задач та вирішення прикладних проблемних ситуацій.

Розглянемо основні типи моделей, що використовуються у процесі практичної фахової підготовки майбутніх вчителів математики та економіки.

Моделі типу 1. Найпростіші функціональні залежності та їх властивості.

До цього типу моделей віднесемо всі функції елементарної математики – лінійні, квадратичні, обернену пропорційність, поліноміальні, дробово-раціональні, степеневі, трансцендентні та обернені до них, а також операції з такими функціями – арифметичні операції, побудову графіків, дослідження властивостей. У задачах з економіки вони можуть використовуватися у якості таких інструментів, як:

а) розв'язування задач на відсотки або аналіз зміни будь-якого показника з використанням індексного методу розрахунків (наприклад, знаходження складних банківських відсотків, обрахунок приросту виробництва через підвищення продуктивності праці тощо);

б) розв'язування задач лінійного програмування (за економічною термінологією – оптимізаційних задач). Наприклад, для вивчення процесу економічного виробництва визначаються індекси, змінні та параметри, що характеризують виробництво, далі формалізується умова задачі (описується сукупність всіх варіантів виробництва, що забезпечене наявними ресурсами) та визначається умова для цільової функції (більш детально про такі задачі у [13]);

в) конкретні види елементарних функцій (або їх композицій) в економіці використовуються як сумарні величини. Таким в економіці є, наприклад, дохід (виручка) $R(Q)$, витрати як функція обсягів виробництва $C(Q)$, обсяг виробництва як функція від кількості змінного ресурсу $Q(L)$, корисність як функція блага, що споживається, $U(x)$ (детальніше про сумарні величини у [14]);

г) дослідження функцій та побудова їх графіків (за економічною термінологією – графіків залежності між економічними величинами). Наприклад, графік залежності обсягу попиту на певний товар від його ціни, співвідношення графіків функції споживання та лінії бюджетного обмеження, співвідношення кривих попиту та пропозиції, графіки залежності витрат та доходу від обсягу виробництва (більш детально про такі задачі у [12]).

Моделі типу 2. Диференціальне та інтегральне числення функцій з однією змінною.

Такий тип моделей представлений операціями другого рівня над функціями – їх диференціюванням та інтегруванням, а також всіма властивостями та ознаками диференційовності та інтегровності функцій. До цього типу моделей належать ті, що використовуються в економічному аналізі, базовою задачею якого є вивчення зв'язків економічних величин, які можна подати у вигляді функцій. В економіці досить часто вимагається відшукати оптимальне значення певного показника (продуктивності праці, прибутку, витрати, випуску продукції та ін.), який можна подати у вигляді функціональної залежності. Такі задачі породжують клас екстремальних задач в економіці, розв'язування яких вимагає застосування методів диференціального числення. Розділ методів диференціального числення, що використовуються в економіці, називають методами граничного аналізу. Граничний аналіз в економіці – це сукупність прийомів дослідження змінюваних економічних величин на основі аналізу їх граничних значень. А граничним показником значення функції $y = f(x)$ є її похідна.

У задачах з економіки диференціальне числення функцій однієї змінної може використовуватися у якості таких інструментів.

А) обчислення еластичності функції, яке означається як відношення відсоткової (або відносної) зміни значення функції до відсоткової (або відносної) зміни аргументу:

$$E_x(x) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y / y}{\Delta x / x} = \lim_{\Delta x \to 0} \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y} \right) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y} = y'(x) \cdot \frac{x}{y}$$

Геометричний зміст еластичності функції у точці полягає у відношенні відрізків дотичної до графіка функції у точці, які сполучають точку дотику з точками перетину координатних осей. Якщо точки перетину дотичною координатних осей лежать по різні боки від точки дотику, то таке відношення береться зі знаком «–», а якщо по один бік, то зі знаком «+». Отже, математичний зміст еластичності функції слід розуміти як відношення відсоткового (відносного) приросту функції до відсоткового (відносного) приросту її аргументу. В економіці під еластичністю, наприклад, попиту розуміється модуль відношення відсоткового (відносного) приросту (падіння) попиту на товар до відсоткового (відносного) падіння (приросту) його ціни (детальніше про еластичність функції у [12]).

Б) обчислення середнього значення функції $\frac{F(x)}{x}$, яке математично визначається у випадку прямування на нескінченності до деякої сталої як наявність у графіка функції похилої (або горизонтальної) асимптоти – прямої лінії, кутовий коефіцієнт якої (або тангенс кута нахилу прямої до додатного напрямку осі абсцис) дорівнює цій сталій. В економіці середня величина $AF(x)$ у конкретній точці $A(x_0; F(x_0))$ визначається як $tg\alpha$, де α – кут між $\overrightarrow{OA}$ та додатним напрямком осі абсцис. Зі збільшенням аргументу функції $F(x)$ кут α може збільшуватися або зменшуватися, тому буде збільшуватися або зменшуватися й середня величина. За необхідності розв'язання оберненої задачі – за даною середньою величиною знайти значення сумарної величини – використовується формула $F(x) = AF(x) \cdot x$. Геометричною інтерпретацією цієї операції для знаходження конкретного значення сумарної величини $F(x_0)$ є обчислення площі прямокутника зі сторонами $AF(x_0)$ та x_0. Середні величини в економіці – це обсяг споживання на душу населення, середня фондовіддача, середня виручка, або дохід $AR(x) = \frac{R(Q)}{Q}$, середні витрати $AC(x) = \frac{C(Q)}{Q}$, середній продукт виробництва $AQ_l = \frac{Q(L)}{L}$) (детальніше про середні величини в економіці у [14]).

В) визначення другої похідної функції дає можливість з'ясувати її властивості в контексті існування точок перегину її графіка. В економіці така модель використовується при знаходженні маржинальної (граничної) величини за відомою сумарною величиною:

$$MF(x) = F'(x) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta F(x)}{\Delta x}.$$

Така модель має просту геометричну інтерпретацію у конкретній точці $(x_0; F(x_0))$ – кутовий коефіцієнт дотичної до графіка функції $F(x)$, яка проведена в даній точці. Отже, маржинальною величиною $MF(x)$ є кутовий коефіцієнт (або тангенс кута нахилу) дотичної, проведеної до графіка сумарної величини $F(x)$ (детальніше про маржинальні величини в економіці у [14]).

Г) визначення співвідношення між знаком другої похідної функції та геометричним положення похилої (або горизонтальної) асимптоти (в разі її наявності) графіка функції в економічних задачах інтерпретується як співвідношення між середньою величиною $AF(x)$ та маржинальною величиною $MF(x)$. Середня величина виражається через маржинальну так:

$$\left[MF(x) = F'(x) = \left(AF(x) \cdot x\right)' \right] \to \left[AF(x) = \frac{1}{x} \int MF(x)\,dx \right].$$

А маржинальна величина через середню виражається так:

$$\left[F(x) = AF(x) \cdot x \right] \to \left[MF(x) = F'(x) = \left(AF(x) \cdot x\right)' = AF(x) + AF'(x) \cdot x \right].$$

Останнє співвідношення, а саме:

$$MF(x) = AF(x) + AF'(x) \cdot x,$$

має досить просту економічну інтерпретацію. У точці екстремуму функції $AF(x)$, яка представляє середню величину, $AF'(x) = 0$, тому в цьому випадку середня величина $AF(x)$ збігається з маржинальною $MF(x)$. Крім того, при $x > 0$ в області зростання $AF(x)$ її похідна є додатною, тому $MF(x) > AF(x)$ і, як наслідок, графік маржинальної величини буде розміщений вище від графіка середньої величини. І навпаки, в області спадання $AF(x)$ її похідна є від'ємною, тому $MF(x) < AF(x)$ і, відповідно, графік маржинальної величини буде розміщений нижче від графіка середньої величини (детальніше про співвідношення описано у [14]).

Д) знаходження невизначеного та визначеного інтеграла в математиці чітко розмежовується, натомість в економіці через особливості проміжку інтегрування (економісти користуються умовною невизначеністю інтеграла, адже при будь-якому його використанні в цій ситуації розуміється, що початковою точкою інтегрування буде $x = 0$) використовується невизначений інтеграл. Наприклад, за відомої маржинальної величини $MF(x)$ сумарна величина $F(x)$ знаходиться за формулою

$$F(x) = \int MF(x)\,dx$$

і транслюється геометрично для конкретної точки $(x_0; MF(x_0))$ як площа криволінійної трапеції під графіком функції маржинальної величини $MF(x)$ на проміжку $[0; x_0]$.

Висновки. Проведене дослідження щодо висвітлення особливостей реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх вчителів математики та економіки через формування у студентів здатностей аналізувати математико-економічні моделі дає підстави говорити про таке:

1) основною ідеєю першого етапу реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх вчителів математики та економіки є формування у студентів поняття про економічні задачі як економічний зміст математичних моделей, а також формування поняття про математичні моделі як метод у економіці;

2) другим і завершальним етапом реалізації інтегративного підходу до підготовки вчительських кадрів за освітньою програмою «Середня освіта (Математика та Економіка)» є формування у студентів здатностей аналізувати та використовувати математико-статистичні моделі у процесі розв'язування задач інтегративного змісту;

3) результатом такої діяльності буде синтез нових знань та здатностей – цілісних зв'язків між предметними областями знань та новими синтезованими суб'єктами навчання компонентами.

Перспективою подальшого дослідження ми вважаємо аналіз інших математичних моделей, що використовуються в економіці (функції з багатьма змінними, задачі математичного програмування, моделі математичної теорії ігор, математико-статистичні моделі та ін.), на предмет вивчення їхнього інтегративного потенціалу для підготовки вчителів математики та економіки.

Література:

1. The Implementation of an integrative Approach to Learning with use of integrated Images / R. Rizhniak, N. Pasichnyk, D. Zavitrenko, K. Akbash, A. Zavitrenko. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala.* 2021. № 13 (1). https://doi.org/10.18662/rrem/13.1/373.

2. Construction of Theoretical Model for Sustainable Development in Future Mathematical Teachers of Higher Education / R. Rizhniak, N. Pasichnyk, I. Krasnoshchok, Yu. Botuzova, K. Akbash. *Universal Journal of Educational Research*. 2020. № 8 (5). P. 2079–2089. DOI: 10.13189/ujer.2020.080546.

3. Вознюк О.В., Дубасенюк О.В. Цільові орієнтири розвитку особистості у системі освіти: інтегративний підхід : монографія. Житомир, Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. 684 с.

4. Дольнікова Л.В. Інтеграція та систематизація змісту фундаментальних дисциплін у вищій школі як передумова формування фахової компетенції випускника вищої школи. *Lviv Polytechnic National University Institutional Repository.* 2016. С. 345–348.

5. Засєкіна Т.М. Інтегративний підхід у шкільній природничій освіті. *Український педагогічний журнал*. 2020. № 4. С. 61–68.

6. Зимульдінова А. Інтегроване вивчення предметів за галузями знань : навчальний посібник. Дрогобич : РВВ ДДПУ ім. І. Франка, 2011. 86 с.

7. Клепко С.Ф. Інтегративна освіта і поліморфізм знання. Київ – Полтава – Харків : ПОІПОПП, 1998. 360 с.

8. Клочко А.О. Інтегрований підхід як сучасна форма організації навчального процесу. *Science and Education a New Dimension*. 2013. Vol. 1. С. 85–87. URL: http://seanewdim.com/uploads/3/2/1/3/3213611/klochko_a._integrated_approach _as_a_modern_form_of_learning_process.pdf.

9. Кушнір В.А., Ріжняк Р.Я. Формування в учнів складних умінь використовувати моделювання у процесі розв'язування математичних задач інтегративного змісту. *Математика в школі*. 2009. № 5. С. 13–17.

10. Кушнір В.А., Ріжняк Р.Я. Розв'язування математичних задач інтегративного змісту засобами комп'ютерного моделювання. *Математика в школі*. 2009. № 10. С. 34–39.

11. Опачко М.В. Системний та інтегративний підходи в освіті : методичний посібник. Ужгород, УжНУ, 2016. 69 с.

12. Пасічник Н.О., Ріжняк Р.Я. Розв'язування шкільних задач з економіки та математики: інтегративний підхід. *Наукові записки Центральноукраїнського державного університету. Серія «Педагогічні науки»*. 2022. Випуск 207. С. 37–43. URL: https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-207-37-43.

13. Пасічник Н.О., Ріжняк Р.Я. Розв'язування математичних задач з реалізацією поліпредметних (економіка, інформатика, математика) інтегративних компонентів. *Фізико-математична освіта*. 2020. 2 (24). 113–122. URL: https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-024-2-016.

14. Пасічник Н.О., Ріжняк Р.Я. Розв'язування шкільних задач інтегративного змісту: математика та економіка. *Наукові записки Центральноукраїнського державного університету. Серія «Педагогічні науки»*. 2023. Випуск 208. С. 43–50. URL: https://doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-43-50.

15. Собко Я.М. Теоретико-методичні основи впровадження інтегративних курсів у професійно-технічній освіті : навчально-методичний посібник. Львів : Норма, 2014. 136 с.

References:

1. Rizhniak R., Pasichnyk N., Zavitrenko D., Akbash K., Zavitrenko A. (2021). The Implementation of an integrative Approach to Learning with use of integrated Images. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala.* 13(1). URL: https://doi.org/10.18662/rrem/13.1/373.

2. Rizhniak R., Pasichnyk N., Krasnoshchok I., Botuzova Yu., Akbash K. (2020). Construction of Theoretical Model for Sustainable Development in Future Mathematical Teachers of Higher Education. *Universal Journal of Educational Research*. 8(5): 2079–2089. DOI: 10.13189/ujer.2020.080546

3. Vozniuk O.V., Dubaseniuk O.V. (2009). *Tsilovi oriientyry rozvytku osobystosti u systemi osvity: intehratyvnyi pidkhid: monohrafiia [The objective guidelines for personality development in the education system: an integrative approach: (A monograph)]*. Zhytomyr, Zhytomyr Ivan Franko State University Publishing House, 2009. 684 p. [in Ukrainian]

4. Dolnikova L.V. *Intehratsiia ta systematyzatsiia zmistu fundamentalnykh dystsyplin u vyshchii shkoli yak peredumova formuvannia fakhovoi kompetentsii vypusknyka vyshchoi shkoly [Integration and systematization of the content of fundamental disciplines in higher education as a prerequisite for the formation of professional competence of a graduate of higher education]*. Lviv Polytechnic National University Institutional Repository. 345–348 [in Ukrainian].

5. Zasiekina T.M. (2020). Intehratyvnyi pidkhid u shkilnii pryrodnychii osviti [Integrative approach in school science education]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Pedagogical Journal*. 4. 61–68 [in Ukrainian].

6. Zymuldinova A. (2011). *Intehrovane vyvchennia predmetiv za haluziamy znan: navch. pos. [Integrated study of the subjects by fields of knowledge: study guide]*. Drohobych, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, 86 p. [in Ukrainian]

7. Klepko S.F. (1998). *Intehratyvna osvita i polimorfizm znannia [Integrative education and polymorphism of knowledge]*. Kyiv-Poltava-Kharkiv, POIPOPP. 360 p. [in Ukrainian]

8. Klochko A.O. (2013). Intehrovanyi pidkhid yak suchasna forma orhanizatsii navchalnoho protsesu [An integrated approach as a modern form of organization of the educational process]. *Science and Education a New Dimension*. Vol. 1. 85–87. URL: http://seanewdim.com/uploads/3/2/1/3/3213611/klochko_a._integrated_approach _as_a_modern_form_of_learning_process.pdf [in Ukrainian]

9. Kushnir V.A., Rizhniak R.Ya. (2009). Formuvannia v uchniv skladnykh umin vykorystovuvaty modeliuvannia u protsesi rozviazuvannia matematychnykh zadach intehratyvnoho zmistu [Formation of the complex skills in students to use modeling in the process of solving mathematical problems of integrative content]. *Matematyka v shkoli – Mathematics at school*. 5. 13–17 [in Ukrainian].

10. Kushnir V.A., Rizhniak R.Ya. (2009). Rozviazuvannia matematychnykh zadach intehratyvnoho zmistu zasobamy kompiuternoho modeliuvannia [Solving the mathematical problems of integrative content by means of computer modeling]. *Matematyka v shkoli – Mathematics at school*. 10. 34–39 [in Ukrainian].

11. Opachko M.V. (2016). *Systemnyi ta intehratyvnyi pidkhody v osviti. Metodychnyi posibnyk [Systemic and integrative approaches in education. Methodical manual]*. Uzhhorod, UzhNU. 69 p. [in Ukrainian]

12. Pasichnyk N.O., Rizhniak R.Ya. (2022). Rozviazuvannia shkilnykh zadach z ekonomiky ta matematyky: intehratyvnyi pidkhid [Solving school problems in economics and mathematics: an integrative approach]. *Naukovi zapysky. Seriia: Pedahohichni nauky – Scientific notes. Series: Pedagogical sciences*. TsDPU im. V. Vynnychenka, 207. 37–43. URL: https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-207-37-43 [in Ukrainian].

13. Pasichnyk N.O., Rizhniak R.Ya. (2020). Rozviazuvannia matematychnykh zadach z realizatsiieiu polipredmetnykh (ekonomika, informatyka, matematyka) intehratyvnykh komponentiv [Solving mathematical problems with the implementation of multi-subject (economics, informatics, mathematics) integrative components]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*. 2 (24). 113–122. URL: https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-024-2-016 [in Ukrainian].

14. Pasichnyk N.O., Rizhniak R.Ya. (2023). Rozviazuvannia shkilnykh zadach intehratyvnoho zmistu: matematyka ta ekonomika [Solving school problems of integrative content: mathematics and economics]. *Naukovi zapysky. Seriia: Pedahohichni nauky – Scientific notes. Series: Pedagogical sciences*. TsDPU im. V. Vynnychenka, 208. 43–50. URL: https://doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-43-50 [in Ukrainian].

15. Sobko Ya.M. (2014). *Teoretyko-metodychni osnovy vprovadzhennia intehratyvnykh kursiv u profesiino-tekhnichnii osviti: navch.-metod. posib. [Theoretical and methodological foundations of the implementation of integrative courses in vocational and technical education: educational and methodological manual]*. Lviv, Norma. 136 p. [in Ukrainian].