

УДК: 378.1

DOI: 10.32342/2522-4115-2020-1-19-34

**Т.М. СУКАЧ,**

*кандидат педагогічних наук, доцент,  
викладач математики Київського коледжу комп'ютерних технологій та економіки  
Національного авіаційного університету (м. Київ)*

**А.С. ЧУЙКОВ,**

*кандидат фізико-математичних наук,  
викладач математики Київського коледжу комп'ютерних технологій та економіки  
Національного авіаційного університету (м. Київ)*

**Т.В. БІРЮКОВА,**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики  
Буковинського державного медичного університету (м. Чернівці)*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВИЗНАЧЕНОГО ІНТЕГРАЛА У ФОРМУВАННІ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ТА ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ**

У статті розглянуто методичні аспекти формування професійних компетентностей здобувачів вищої та передвищої освіти при вивченні предмета «Математика», дисципліни «Вища математика» студентами коледжу ККТЕ НАУ спеціальностей 172 «Телекомунікації та електротехніка»; 133 «Галузеве машинобудування» через розв'язування професійно орієнтованих задач засобами інтегрального числення. Наведено приклади розв'язання задач для студентів технічного профілю навчання. Головним завданням на заняттях є формування практично-ціннісного виміру математичної компетентності студента, здатності застосувати математичний апарат для розв'язання професійно орієнтованих задач, які допоможуть випускнику вирішувати завдання в майбутній професії. На прикладі вивчення розділу «Інтегральне числення» студентам пропонується завдання на використання набутих знань та вмінь в фізиці, техніці тощо.

Основною метою викладання математики в коледжі, виші вважаємо набуття студентами знань, умінь і навичок, які допоможуть випускнику реалізуватися в професійній діяльності, стати кваліфікованим, компетентним спеціалістом свого напрямку. Тому прикладний характер розглянутих задач поєднує вивчення вищої математики із спеціальною підготовкою майбутніх спеціалістів, надає їм можливості набуття досвіду виконання виробничих завдань, підвищити свою професійну компетентність, що дуже важливо в час жорсткої конкуренції на ринку праці. Розв'язання задач прикладного характеру стимулює, вмотивовує студентів до вивчення предмета, підвищує зацікавленість у застосуванні набутих знань в майбутньому; підтверджує значущість набутих математичних компетентностей у професійній діяльності, подальшому саморозвитку особистості. Математична компетентність – це вміння бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, вміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, інтерпретувати отримані результати, оцінювати похибку обчислень. Математична компетентність визначається рівнями навчальних досягнень, для яких суттєвими є набуття математичних вмінь. Для викладачів математики коледжу, вишу, які працюють із студентами різних спеціальностей, напрямів, найбільш важливим і суттєвим є формування практично-ціннісних вимірів, які передбачають здатність застосовувати математику.

*Ключові слова: інтеграл, інтегральне числення компетентність, математична компетентність, професійна компетентність, задачі.*

В статье рассмотрены методические аспекты формирования профессиональных компетенций соискателей высшего образования и младших бакалавров при изучении предмета «Математика», дисциплины «Высшая математика» студентами колледжа ККТЕ НАУ специальностей 172 «Телекоммуникации и электротехника»; 133 «Отраслевое машиностроение» путем решения профессионально ориентированных задач средствами интегрального исчисления. Приведены примеры решения задач для студентов технического профиля обучения. Главной задачей на занятиях является формирование практически ценностного измерения математической компетентности студента, способности применять математический аппарат для решения профессионально ориентированных задач, которые помогут выпускнику решать задания будущей профессии. На примере изучения раздела «Интегральное исчисление» студентам предлагается задание на применение приобретенных знаний и умений в физике, технике и т. п.

Основной целью преподавания математики в колледже, вузе считается приобретение студентами знаний, умений и навыков, которые помогут выпускнику реализоваться в профессиональной деятельности, стать квалифицированным, компетентным специалистом своего направления. Поэтому прикладной характер рассматриваемых задач сочетает изучение высшей математики со специальной подготовкой будущих специалистов, предоставляет им возможности приобрести опыт решения производственных задач, повысить свою профессиональную компетентность, что очень важно во время жесткой конкуренции на рынке труда. Решение задач прикладного характера стимулирует, мотивирует студентов к изучению предмета, повышает заинтересованность в применении приобретенных знаний в будущем, подтверждает значимость полученных математических компетенций в профессиональной деятельности, дальнейшему саморазвитию личности. Математическая компетентность – это умение применять математику в реальной жизни, понимать содержание и метод математического моделирования, умение строить математическую модель, исследовать ее методами математики, интерпретировать полученные результаты, оценивать погрешность вычислений. Математическая компетентность определяется уровнями знаний, для которых существенны приобретения математических навыков. Для преподавателей математики колледжа, вуза, работающих со студентами разных специальностей, направлений, наиболее важным и существенным является формирование практически ценностных умений, которые предусматривают способность применять математику.

*Ключевые слова: интеграл, интегральное исчисление компетентность, математическая компетентность, профессиональная компетентность, задачи.*

**П**остановка проблеми в загальному вигляді. Підвищення вимог до професійних, математичних компетентностей здобувачів передвищої та вищої освіти в Україні переорієнтовує всю систему викладання математики на формування у студентів практичних, математичних, професійних компетентностей. Навчальний процес переорієнтовується на практичне застосування набутих знань, вмінь, навичок у різних сферах життя, професійній діяльності.

Особливістю вивчення здобувачами передвищої та вищої освіти предмета «Математика», дисципліни «Вища математика» студентами коледжу ККТЕ НАУ спеціальностей 172 «Телекомунікації та електротехніка», 133 «Галузеве машинобудування» є спрямованість на формування математичних, професійних компетентностей випускника коледжу, вишу.

Тому перед викладачами математики в коледжі, виші головним завданням є формування практично-ціннісного виміру математичної компетентності студента, здатності застосовувати математичний апарат для розв'язання професійно орієнтованих задач; задач, які допоможуть випускнику виконувати завдання в майбутній професії.

На прикладі вивчення розділу «Інтегральне числення» студентам пропонується завдання на використання набутих знань та вмінь у фізиці, техніці тощо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел засвічує, що проблему формування математичних компетентностей у педагогічній науці досліджували у різних напрямках у своїх публікаціях вітчизняні дослідники Я. Бродський, Л. Долинська, Л. Карамушка, С. Лісова, О. Креденцер, М. Корольчук, С. Максименко, С. Миронець, Л. Соколенко [8, с. 111], Н. Трішкіна [10, с. 6], де подано не тільки методологічні підходи, а й шляхи формування необхідних професійних якостей випускника коледжу, вишу. Акценти у практичній площині навели зарубіжні науковці В. Бодров, Л. Вигодський, А. Леонтьєва, Д. Ельконіна, Р. Марте-нес, Л. Меркур'єва, М. Савіна, А. Сазонова, С. Чистякова, С. Рубінштейн, О. Філь та ін.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Вимоги сьогодення в розвитку різних галузей промисловості потребують формування професійних компетентностей майбутньо-

го фахівця, здатного до ефективної роботи у своїй галузі, саморозвитку та неперервного навчання, здатного до самостійної діяльності від збору, оброблення та аналізу інформації до впровадження нових технологій. Рівень математичної підготовки є одним з надважливих факторів, які впливають на його майбутню професійну діяльність, тому що формують здатність логічно мислити, формулювати математичні моделі реальних ситуацій, обґрунтовувати вибір методів розв'язання теоретичних і практичних завдань професійного спрямування, інтерпретувати отримані результати.

**Формулювання цілей статті.** Визначення впливу розв'язування задач прикладного характеру на рівень математичної підготовки, підвищення вмотивованості вивчення предмета, набуття знань та навичок використовувати апарат інтегрального числення в професійній діяльності, при вивченні фізики, механіки.

У зв'язку з цим викладачам необхідно розробити типи задач, методи їх розв'язання з орієнтацією на використання в інших технічних дисциплінах, питаннях виробничої сфери.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Головним завданням викладання математики в коледжі вважаємо набуття студентами знань, умінь і навичок, які допоможуть випускнику реалізуватися в професійній діяльності, стати кваліфікованим, компетентним спеціалістом свого напрямку.

Значну роль прикладних задач із застосуванням диференціального, інтегрального числення розглянули у своїх працях Л. Соколенко [7, с. 115], Е. Сухорукова [9, с. 158], Л. Ілаповалова [11, с. 7], М. Бурда, Ю. Колягін, Г. Саранцев, Слєпкань [3, с. 6], О. Столяр та ін.

Математична компетентність – це вміння бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, вміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, інтерпретувати отримані результати, оцінювати похибку обчислень [2, с. 6]. **Математична компетентність визначається** рівнями навчальних досягнень, для яких суттєвими є набуття математичних умінь. До них належать: вміння математичного мислення, аргументування, математичного моделювання; вміння постановки та розв'язування математичних задач, презентації даних; вміння оперувати математичними конструкціями; вміння математичних спілкувань; вміння використання математичних інструментів [4, с. 34–35].

За Я. Бродським та С. Великодним [1, с. 4–5], **математична компетентність визначається** як «поєднання математичних знань, умінь, досвіду і здатностей людини», які забезпечують розв'язування різних проблем, що потребують застосування математики. Розглядаються три рівні компетентності: відтворення, встановлення зв'язків, міркувань. Характеристика цих рівнів дає змогу дійти таких висновків:

– компетентність виявляється у розв'язуванні задач, які потребують застосування набутих умінь в умовах, які дещо відрізняються від знайомих учням. При цьому не передбачається значний обсяг **математичних умінь, нестандартність завдань забезпечується** насамперед їх прикладним спрямуванням.

– рівні компетентності різняться складом когнітивних прийомів діяльності (розпізнавання, відтворення, встановлення зв'язків між даними в умові задачі, інтерпретація розв'язку, встановлення закономірностей, проведення узагальнення тощо).

С. Раков [5, с. 9] виділяє три виміри математичної компетентності: предметний вимір (що треба знати), діяльнісний вимір (що треба вміти) і практичний вимір (як застосовувати знання та вміння відповідно до цінностей суспільства сталого розвитку).

Для викладачів математики коледжу, вишу, які працюють із студентами різних спеціальностей, напрямів, найбільш важливим і суттєвим є формування практично-ціннісних вимірів, що передбачають опанування застосуваннями математики – здатність застосовувати математику (демонструвати здатність використовувати математику для розв'язування завдань, які є актуальними і практично значущими для особистості, соціуму, людства відповідно до цінностей суспільства сталого розвитку). Когнітивний рівень – ціннісні ставлення стосовно математики як складової системи науки і культури суспільства сталого розвитку (усвідомлення і застосування на практиці математичних знань, математичних методів, методології застосування математики для розв'язування практичних завдань).

Розглянемо на прикладах можливість застосування теорії інтегрального числення для розв'язування задач професійної спрямованості студентами коледжу ККТЕ НАУ спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», 133 «Галузеве машинобудування».

Слід звернути увагу на використання інтегрального числення в фізиці та техніці, використовуючи всім відомий теоретичний матеріал (табл.1).

Таблиця 1

**Застосування визначених інтегралів до обчислення фізичних величин**

Фізична величина	Формула для обчислення
$S$ – пройдений тілом шлях, $v(t)$ – швидкість, $t \in [t_1; t_2]$	$S = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$
$m$ – маса тонкого стрижня, $\rho(x)$ – лінійна густина, $x \in [x_1; x_2]$	$m = \int_{x_1}^{x_2} \rho(x) dx$
$q$ – кількість електрики, $I(t)$ – сила струму, $t \in [t_1; t_2]$	$q = \int_{t_1}^{t_2} I(t) dt$
$A$ – робота при змінній силі, $F(x)$ – змінна сила, $x \in [x_1; x_2]$	$A = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx$
$Q$ – кількість теплоти, $C(t)$ – теплоємність, $t \in [t_1; t_2]$	$Q = \int_{t_1}^{t_2} C(t) dt$
$A$ – робота при змінній потужності, $N(t)$ – змінна потужності, $t \in [t_1; t_2]$	$A = \int_{t_1}^{t_2} N(t) dt$
$v(t)$ – швидкість тіла, $a(t)$ – прискорення руху, $t \in [t_1; t_2]$	$v = \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt$

Розглянемо окремі приклади.

1. Обчислення миттєвої швидкості  $v(t)$ , закону руху  $S(t)$ .

**Приклад.** Точка рухається прямолінійно з прискоренням  $a(t) = 12t^2 + 4$ .

Знайти: миттєву швидкість  $v(t)$ ; закон руху  $S(t)$  точки, якщо в момент часу  $t = 1$  с її швидкість дорівнювала 10 м/с, а  $S(1) = 12$  м.

$$v(t) = \int a(t) dt = \int (12t^2 + 4) dt = \frac{12t^3}{3} + 4t + C = 4t^3 + 4t + C.$$

$$10 = 4 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + C, \quad \text{звідки } C = 2.$$

Отже,  $v(t) = 4t^3 + 4t + C$ .

$$S(t) = \int v(t)dt = \int (4t^3 + 4t + 2)dt = \frac{4t^4}{4} + \frac{4t^2}{2} + 2t + C = t^4 + 2t^2 + 2t + C.$$

$$S(1) = 12 = 1 + 2 + 2 + C, \quad \text{звідки } C = 12 - 5 = 7.$$

Отже,  $S(t) = t^4 + 2t^2 + 2t + 7$ .

2. Обчислення роботи змінної сили

$$A = \int_a^b F(x)dx.$$

**Приклад.** Обчислити роботу, яку потрібно виконати для відкачування води із резервуара, який має квадратне дно зі стороною 2 м та глибиною 5 м. Густина води дорівнює  $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

**Розв'язання.** Значення сили  $F$ , що діє на квадратний переріз площею  $4 \text{ м}^2$ , визначається вагою шару води, що знаходиться вище цього перерізу. Отже

$$F(x) = S_{\text{осн}} \cdot H \cdot \rho q = 4H\rho q = 4\rho q(5 - x), \quad x \in [0; 5], \quad q \approx 9,8 \text{ М/с}^2.$$

$$A = \int_0^5 4\rho q(5 - x)dx = \int_0^5 4\rho q \left( 5x - \frac{x^2}{2} \right) \Big|_0^5 = 4\rho q \left( 25 - \frac{25}{2} \right) \approx 50 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \approx 4,9 \cdot 10^5 \text{ (Дж)}.$$

3. Обчислення маси стрижня за його змінною густини

$$m = \int_{x_1}^{x_2} \rho(x)dx$$

**Приклад.** Знайти масу стрижня довжиною 40 см, якщо його лінійна густина змінюється за законом  $\rho(l) = (5l + 4) \text{ кг/м}$ .

**Розв'язання.**

$$m = \int_0^{0,4} (5l + 4) dl = \left( \frac{5l^2}{2} + 4l \right) \Big|_0^{0,4} = 2 \text{ (кг)}.$$

4. Обчислення кількості електрики, що проходить через поперечний переріз провідника

$$q = \int_{t_1}^{t_2} I(t) dt.$$

**Приклад.** Знайти кількість електрики, що проходить через поперечний переріз провідника за 6 с, якщо сила струму змінюється за законом  $I(t) = 5t + 2$  (А).

**Розв'язання.**

$$q = \int_0^6 (5t + 2) dt = \left( \frac{5t^2}{2} + 2t \right) \Big|_0^6 = 102 \text{ (Кл)}.$$

**Приклад.** При зміні температури опір металевих провідників змінюється за законом  $R = R_0(1 - 0,002Q)$  ( $R_0$  – опір при  $0^\circ\text{C}$ ,  $Q$  – температура за Цельсієм).

Провідник, опір якого при  $0^\circ\text{C}$  дорівнює  $R_0 = 8$  Ом, рівномірно нагрівається від  $Q_1 = 20^\circ$  до  $Q_{21} = 14^\circ$  протягом 10 хвилин і по ньому протікає струм під напругою  $U = 110$  В. Скільки кулонів електрики протече за цей час через провідник?

**Розв'язання.** За умовою задачі швидкість зміни температури

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{140^\circ - 20^\circ}{600} = 0,2 \text{ (град/с)}.$$

Отже, температура провідника змінюється за законом

$$Q = Q_1 + 0,2t = 20 + 0,2t.$$

При цьому опір провідника

$$R = R_0(1 + 0,002Q) = 8 \cdot (1 + 0,002(20 + 0,2t)) = 8,32 + 0,0032t.$$

Струм

$$I = \frac{110}{8,32 + 0,0032t}.$$

Тоді

$$q = \int_0^{600} I(t) dt = \int_0^{600} \frac{110 dt}{8,32 + 0,0032t} = \frac{110}{0,0032} \ln(8,32 + 0,0032t) \Big|_0^{600} \approx$$
$$\approx 34375 \cdot (\ln 10,24 - \ln 8,32) \approx 34375 \ln 1,23 \approx 7116 \text{ (Кл)}.$$

**Відповідь:**  $q = 7116$  Кл.

При вивченні розділів «Подвійний інтеграл та його застосування», «Потрійний інтеграл та його застосування» з вищої математики слід звернути увагу на використання названих тем у фізиці та техніці, застосовуючи теоретичний матеріал, наведений в таблицях та приклади розв'язання типових вправ на застосування відомих формул.

Таблиця 2

Застосування подвійного інтеграла для обчислення деяких фізичних та геометричних величин

Назва величини	Формула для обчислення
Площа плоскої області $D$	$S = \iint_{(D)} dx dy$
Об'єм криволінійного циліндра	$V = \iint_{(D)} f(x, y) dx dy$
Площа поверхні	$S = \iint_D \sqrt{1 + (f'_x(x, y))^2 + (f'_y(x, y))^2} dx dy$
Маса пластини	$m = \iint_{(D)} \gamma(x, y) dx dy$
Статичні моменти пластини, відносно осі $Ox$	$M_x = \iint_{(D)} \gamma(x, y) y dx dy$
Статичні моменти пластини, відносно осі $Oy$	$M_y = \iint_{(D)} \gamma(x, y) x dx dy$
Центр маси пластини	$x_c = \frac{M_y}{m} = \frac{1}{m} \iint_D x \gamma(x, y) dx dy$ $y_c = \frac{M_x}{m} = \frac{1}{m} \iint_D y \gamma(x, y) dx dy$
Моменти інерції пластини відносно осі $Ox$	$I_x = \iint_{(D)} y^2 \gamma(x, y) dx dy$
Моменти інерції пластини відносно осі $Oy$	$I_y = \iint_{(D)} x^2 \gamma(x, y) dx dy$
Моменти інерції пластини відносно початку координат	$I_0 = \iint_{(D)} (x^2 + y^2) \gamma(x, y) dx dy$

Таблиця 3

Застосування потрійного інтеграла для обчислення деяких фізичних та геометричних величин

Назва величини	Формула для обчислення
Об'єм області $T$	$V = \iiint_T dx dy dz$
Маса тіла	$m = \iiint_T \gamma(x, y, z) dx dy dz$
Статистичний момент тіла відносно площини $Oxy$	$M_{xy} = \iiint_T z \gamma(x, y, z) dx dy dz$
Статистичний момент тіла відносно площини $Oxz$	$M_{xz} = \iiint_T yz \gamma(x, y, z) dx dy dz$

Закінчення табл. 3

Назва величини	Формула для обчислення
Статистичний момент тіла відносно площини $Oyz$	$M_{yz} = \iiint_T x\gamma(x, y, z) dx dy dz$
Центр маси тіла	$\bar{x} = \frac{M_{yz}}{m} = \frac{1}{m} \iiint_T x\gamma(x, y, z) dx dy dz$ $\bar{y} = \frac{M_{xz}}{m} = \frac{1}{m} \iiint_T y\gamma(x, y, z) dx dy dz$ $\bar{z} = \frac{M_{xy}}{m} = \frac{1}{m} \iiint_T z\gamma(x, y, z) dx dy dz$
Момент інерції тіла відносно осі $Ox$	$I_x = \iiint_T (y^2 + z^2)\gamma(x, y, z) dx dy dz$
Момент інерції тіла відносно осі $Oy$	$I_y = \iiint_T (x^2 + z^2)\gamma(x, y, z) dx dy dz$
Момент інерції тіла відносно осі $Oz$	$I_z = \iiint_T (x^2 + y^2)\gamma(x, y, z) dx dy dz$
Момент інерції тіла відносно початку координат	$I_0 = \iiint_T (x^2 + y^2 + z^2)\gamma(x, y, z) dx dy dz$

**Приклад.** Пластина обмежена лініями  $x = (y-1)^2$ ,  $y = x-1$ .

Обчислити масу цієї пластини, якщо її густина розподілена за законом  $\mu = y$ .

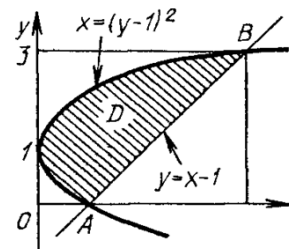
**Розв'язання.** Побудуємо область  $D$ , яку займає пластина та визначимо точки перетину:  $A(0,0)$   $B(4,3)$ .

Обчислюємо масу за формулою

$$m = \iint_D \gamma(x, y) dx dy .$$

$$m = \iint_D y dx dy = \int_0^3 dy \int_{(y-1)^2}^{y+1} y dx = \int_0^3 y(y+1 - (y-1)^2) dy =$$

$$= \int_0^3 (3y^2 - y^3) dy = \left( y^3 - \frac{y^4}{4} \right) \Big|_0^3 = \frac{27}{4} .$$



**Висновки з цього дослідження та перспективи подальших розвідок.** Прикладне спрямування матеріалу, що вивчається, використання професійно орієнтованих задач, які ілюструють застосування інтегрального числення у вирішенні фізичних та технічних завдань – ефективний засіб формування математичних та професійних компетентностей майбутнього фахівця. Перед викладачами



коледжів, вишів постають нові творчі пошуки розширення змісту прикладних, професійно орієнтованих задач з основних розділів математики для кожної спеціальності здобувачів вищої та передвищої освіти, що, у свою чергу, стимулює, вмотивовує студентів до вивчення предмета, підвищує зацікавленість у застосуванні здобутих знань у майбутньому; підтверджує значущість набутих математичних компетентностей в професійній діяльності, подальшому саморозвитку особистості.

#### Список використаної літератури

1. Бродський Я. Компетентнісний підхід у навчанні математики / Я. Бродський, С. Вєликодний, О. Павлов // Математика в школі. – 2011. – №10. – С. 2–9.
2. Вища освіта України // Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». – 2011. – Дод. 2 до № 3. – Т. II (27). – 562 с.
3. Застосування методів диференціального та інтегрального числення до розв'язання задач технічного змісту. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів напрямів підготовки 6.050301 Гірництво, 6.050101 Комп'ютерні науки, 6.040103 Геологія, 6.050502 Інженерна механіка / Л.Й.Бойко, В.І. Павліщев. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2012. – 46 с.
4. Лісова С.В. Компетентнісний підхід у вищій освіті: зарубіжний досвід / С.В. Лісова // Професійна педагогічна освіта: компетентнісний підхід: монографія / за ред. О.А. Дубасєнюк. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2011. – С. 34–53.
5. Раков С.А. Три виміри логіко-математичної компетентності / С.А. Раков, О.П. Вакушенко, В.Г. Горох // Вісник тестування і моніторинг в освіті. – 2009. – №12. – С. 6–15.
6. Раков С.А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій / С.А. Раков. – К., 2005. – 343 с.
7. Соколенко Л.О. Прикладні аспекти математики: інтеграл та його застосування в класах природничого профілю / Л.О. Соколенко // Вісник ЧНУ ім. Богдана Хмельницького. Сер.: Педагогічні науки. – 2010. – Вип. 191., Ч.1. – С. 111–121.
8. Соколенко Л.О. Прикладні задачі природничого характеру в курсі алгебри і початків аналізу / Л.О. Соколенко, Л.Г. Філон, В.О. Швець. – К. : НГУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – 128 с.
9. Сухорукова Е.В. Прикладные задачи как средство формирования математического мышления учащихся : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Сухорукова Е.В. – М., 1997. – 207 с.
10. Трішкіна Н.І. Сучасні підходи до формування професійних компетенцій фахівців торговельно-економічного профілю / Н.І. Трішкіна // Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Сер. «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки. – 2015. – № 1 (9). – С. 144.
11. Шаповалова Л.А. Методика розв'язування задач міжпредметного змісту в процесі навчання фізики в загальноосвітній школі : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Л.А. Шаповалова ; наук. кер. О. В. Сергєєв ; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2002. – 20 с.