2. Горда І. М., Швець В. О. Моніторинг якості математичної освіти студентів ВНЗ аграрного профілю як проблема дослідження // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт. – Вип. 27. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2007. – 156 с.

3. Національна доктрина розвитку освіти в Україні в XXI столітті. – К.: Шкіл. світ, 1999. – 24 с.

4. Указ Президента України від 17 квітня 2002 р. № 347 "Про Національну доктрину розвитку освіти" // У кн.: Законодавчі акти України з питань освіти. – К.: Парламентське вид-во, 2004. – 158 с.

5. Указ Президента України "Про невідкладні заходи щодо забезпечення функціонування та розвитку освіти в України" від 4 липня 2005 р. №1013 // Освіта України. – 2005. – №51(447). – с. 2-3.

6. Деякі питання запровадження зовнішнього оцінювання та моніторингу якості освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 25 серпня 2004 р. №1095 // Освіта України. – 2004. – № 66 (580). – с. 3-4.

7. Про невідкладні заходи щодо запровадження зовнішнього незалежного оцінювання і моніторингу якості освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 31 грудня 2005 р. №1312 // Освіта України. – 2005. – № 92 (753). – с.3.

8. Про організаційні заходи щодо підготовки та проведення у 2006 р. зовнішнього незалежного оцінювання та моніторингу якості освіти випускників навчальних закладів системи загальної середньої освіти: Наказ Міністерства освіти і науки України від 21.01.2006 р. №30 // Освіта України. – 2006. – №10 (807). – с. 1-4.

9. Мишанська Л. Л. Впровадження шкільного моніторингу / Л. Л. Мишанська, Л. В. Позднякова // Управління школою: науково – методичний журнал. – 2004. – № 9. – с. 14-21.

10. Яковлєва Раїса Сергіївна, Денисова Наталія Федорівна, Коваленко Олександр Вікторович, Макаренко Олена Володимирівна, Чернігова Лідія Григорівна. Моніторинг: практика впровадження: Зб. Матеріалів / Відкрита педагогічна школа / Лідія Григорівна Чернігова (упоряд.). – К. : Плеяди, 2005. – 111 с.

11. Іванов О. Моніторинговий підхід у досягненні якості академічної освіти / О. Іванов // Відкритий урок: розробки, технології, досвід. – 2004. – № 7/8. – с. 27-29.

12. Мірошник Н. Система моніторингу: практика впровадження / Н. Мірошник // Відкритий урок: розробки, технології, досвід. – 2004. – № 7/8. – с. 29-35.

13. Пасечнікова Л. Моніторинг особистісного розвитку учнів як умова формування успішної особистості // Директор школи, ліцею, гімназії. – 2006. – с. 26-28.

14. Максимов О., Максимова Г., Крамаренко І. Моніторинг як засіб управління процесом навчання в школі // Рідна школа. – 2006. – січень. – с. 65-66.

15. Концептуальні засади моніторингу і забезпечення якості освіти в Національному педагогічному університеті ім.. М. П. Драгоманова, Київ, 2005.

16. Рядова З. Система моніторингу загальної середньої освіти в регіоні як умова забезпечення якості освіти // Директор школи, ліцею, гімназії. – 2006. – № 6. – с. 8-13.

17. Бродський Я. С., Павлов О. Л. Моніторинг якості математичної підготовки учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Посібник для вчителів, методистів, керівників навчальних закладів, органів освіти, студентів педагогічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Донецьк: ДонНУ, 2003. – 36 с.

18. Діагностичний комплект для проведення моніторингу якості базової математичної підготовки учнів 4-11 класів / Бродський Я. С., Павлов О. Л., Афанасьєва О. М., Євтухова О. В., Сліпенько А. К., Сурядна О. О. . – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2005.

19. Глюза О. Застосування моніторингових досліджень для виявлення закономірностей стану базової математичної підготовки // Дидактика математики. – 2005. – № 24. – с. 268-271.

20. Федченко Л. Про моніторинг якості математичної освіти школярів в Донецькій області // Дидактика математики . – 2005. – № 24. – с. 272-276.

О.І. Кривовяз
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
м. Київ

Особливості формаційного тестування при вивченні теми "Диференціальні рівняння першого порядку"

Сучасна тенденція зменшення кількості годин, відведених на вивчення математики в навчальних планах підготовки галузевих фахівців у вищих навчальних закладах, спонукає до суттєвого перегляду традиційних курсів вищої математики з метою пошуку таких шляхів мінімізації їх об'ємів, які б не призводили до втрати внутрішньої логіки побудови курсів вищої математики, але при цьому забезпечували б необхідний рівень знань та володіння математичним апаратом, який використовується при вивченні дисциплін професійної та практичної підготовки.

Зауважимо, що особливого значення набуває створення цілісної системи підготовки фахівців, в якій би цикли фундаментальних дисциплін були фахово орієнтовані і зібрані в єдиний блок. В цьому випадку детальний аналіз змісту кожного з предметів блоку та відстеження міжпредметних зв'язків дозволило б запобігти дублюванню та згорнути об'єм матеріалу, встановивши раціональну послідовність вивчення окремих предметів у часових рамках.

При малій кількості годин, відведених на вивчення вищої математики студентами технологічних спеціальностей, особливу увагу слід приділити скрупульозному відбору навчального матеріалу, вдосконаленню традиційних та пошуку нових методичних прийомів викладання та перевірки засвоєння навчального матеріалу, орієнтуючись в першу чергу на формування практичних навичок володіння математичним апаратом.

В даній статті вашій увазі пропонується наше бачення можливого варіанту методичних та організаційних прийомів проведення практичних занять по конкретній темі «Диференціальні рівняння першого порядку». Розділ «Диференціальні рівняння» є важливою складовою курсу вищої математики і вивчається студентами всіх технологічних спеціальностей, але на проведення практичних занять по темі «Диференціальні рівняння першого порядку» в робочих програмах, як правило, відводиться лише 4-6 годин. Тому при проведенні практичних занять, на наш погляд, слід сконцентрувати увагу на таких основних моментах, як формування у студентів вміння розпізнавати найпростіші типи ДР першого порядку та вміння реалізовувати процедуру розв'язання ДР цих типів.

Оскільки значна частина студентів має досить слабку шкільну математичну підготовку, що часто проявляється у невмінні аналізувати математичні вирази за їх структурою та виконувати прості перетворення над ними, то для зменшення утруднень при набутті навичок розпізнання типів ДР першого порядку, слід, як нам здається, передусім стандартизувати форму запису кожного з типів ДР першого порядку.

Зупинимось на основних типах диференціальних рівнянь першого порядку, які вивчаються студентами технологічних спеціальностей:

диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними;

диференціальні рівняння, однорідні відносно незалежної змінної x та невідомої функції y;

диференціальні рівняння, лінійні відносно невідомої функції y та її похідної y'.

Для кожного з цих диференціальних рівнянь пропонується, так звана, стандартизована форма запису і акцентується увага на особливостях такої форми, наводяться формаційні тести на розпізнання типів ДР та формулюються алгоритми розв'язання кожного з типів ДР першого порядку.

Для диференціальних рівнянь першого порядку ***з відокремлюваними змінними***, на нашу думку, логічною в якості стандартизованої є така форма запису:

$$M_1(x)\cdot M_2(y)\cdot y' = N_1(x)\cdot N_2(y). \qquad (1)$$

Обов'язково слід акцентувати увагу на суттєвій особливості ДР з відокремлюваними змінними, яка полягає в тому що, вирази, які стоять в лівій частині рівняння перед y' і в правій частині, є добутками функцій, кожна з яких залежить тільки від однієї змінної (***x*** чи ***y***), підкресливши також місце розташування y'. Якщо ДР записане в іншій формі, то слід виконати алгебраїчні перетворення, намагаючись звести його до вигляду (1). У разі, якщо це неможливо зробити, робиться висновок, що воно не є ДР першого порядку з відокремлюваними змінними.

Вивченню процедури розв'язання ДР першого порядку з відокремлюваними змінними приділяємо особливу увагу, оскільки вона є основною складовою процедур розв'язання ДР першого порядку двох інших типів.

Процедуру розв'язання ДР першого порядку з відокремлюваними змінними демонструємо на конкретних прикладах, подаючи її у вигляді **алгоритму**; при цьому, чітко виділяємо і коментуємо кожен крок розв'язання.

Алгоритм розв'язання диференціальних рівнянь першого порядку з відокремлюваними змінними

1 крок. Записуємо похідну y' у вигляді відношення диференціалів $\frac{dy}{dx}$:

$$M_1(x)\cdot M_2(y)\cdot \frac{dy}{dx} = N_1(x)\cdot N_2(y).$$

2 крок. Помножаємо і ліву, і праву частини рівняння на dx **:**

$$M_1(x)\cdot M_2(y)\cdot dy = N_1(x)\cdot N_2(y)\cdot dx.$$

3 крок. Формуємо вираз, на який слід поділити і ліву, і праву частини рівняння, щоб відокремити змінні.

$$M_1(x)\cdot M_2(y)\cdot dy = N_1(x)\cdot N_2(y)\cdot dx \Big/ M_1(x)\cdot N_2(y).$$

Виконуємо операцію ділення

$$\frac{M_2(y)}{N_2(y)}dy = \frac{N_1(x)}{M_1(x)}dx.$$

В результаті отримуємо ДР, в якому *змінні відокремлено*; можна інтегрувати.

4 крок. Інтегруючи ліву і праву частини рівняння

$$\int \frac{M_2(y)}{N_2(y)}dy = \int \frac{N_1(x)}{M_1(x)}dx,$$

$\Phi_1(y) = \Phi_2(x, C)$ отримуємо - загальний інтеграл ДР, де C – довільна стала.

Процедуру розв'язання завершено.

Зауваження. При виконанні дії ділення на 3-ому кроці, будемо вважати, що $M_1(x)\cdot N_2(y)\neq 0$.

Відокремлення змінних є кульмінацією – ключовим моментом у процедурі розв'язання ДР першого порядку з відокремлюваними змінними. З огляду на це, стає зрозумілою перевага обраної нами стандартизованої форми запису ДР першого порядку такого типу, оскільки на 3-ому кроці алгоритму розв'язання рівняння місце розташування знака «=» підсилює (унаочнює!) суть процедури відокремлення, відділяючи вираз, який залежить тільки від змінної ***x***, від виразу, який залежить тільки від змінної ***y***.

Зауважимо, що в разі, коли вихідне ДР записане у диференціальній формі

$$M_1(x)\cdot M_2(y)dy + N_1(x)\cdot N_2(y)dx = 0,$$

після перенесення виразу $N_1(x)\cdot N_2(y)dx$ в праву частину рівняння, розв'язуємо ДР за наведеним вище алгоритмом, починаючи з 3-го кроку.

З метою формування у студентів вміння розпізнавати серед інших ДР першого порядку ДР з відокремлюваними змінними нами застосовується тестування у, так званому, «колективному режимі». Суть його полягає в тому, що студенти, отримавши однакові картки з набором ДР першого порядку із завданням – вказати ті ДР, в яких можливе відокремлення змінних, виконують це завдання, а потім разом з викладачем обговорюють структуру кожного з рівнянь і можливість (або неможливість) відокремлення змінних у ньому.

КАРТКА	**Зразок виконання**	
***Завдання*. Вказати ті ДР, в яких можливе відокремлення змінних.**		
1) $xy\cdot y' = (x+2)\cdot(y^2-1)$;		*так*
2) $x^2\cdot y' = 5y + x^2y$;	$\Rightarrow$;$x^2\cdot y' = y\cdot(5+x^2)$	*так*
3) $y' - y^2 = xy$;	$\Rightarrow y' = y\,\underline{\underline{(y+x)}}$;	*ні*
4) $y' + 3x = xy^2$;	$\Rightarrow y' = x\cdot(y^2-3)$;	*так*
5) $(1-x^2)\cdot y' + 2xy = 1$;	$\Rightarrow (1-x^2)\cdot y' = \underline{\underline{1-2xy}}$;	*ні*
6) $(xy^2+x)dx + (y-x^2y)dy = 0$;	$\Rightarrow x(y^2+1)dx = -y(1-x^2)dy$;	*так*
7*) $y' = \frac{y}{x}\cdot\ln\frac{y}{x}$;	$\Rightarrow y' = \frac{y}{x}\cdot\underline{\underline{(\ln y - \ln x)}}$	*ні*

Використання колективного обговорення результатів тестування дає можливість кожному студенту побачити зроблені ним помилки, звернутися до викладача із запитаннями, а викладачу дає можливість встановити ті моменти, які викликають утруднення у студентів і потребують додаткових пояснень. Такий методичний прийом сприяє створенню розумової напруги у студентів, більшій концентрації їх уваги, знижує рівень утруднень і підсилює здатність студентів зрозуміти особливості дій, які дають можливість розпізнати ДР з відокремлюваними змінними.

В подальшому проведення індивідуального формаційного тестування за аналогічними картками дає можливість отримати інформацію про рівень сформованості у кожного окремого студента вміння розпізнавати ДР першого порядку з відокремлюваними змінними. Така інформація може бути використана викладачем для корегування темпу вивчення теми.

Починаючи вивчення однорідного ДР першого порядку, зауважимо, що в загальному випадку розпізнання ДР такого типу серед інших типів ДР першого порядку ґрунтується не стільки на зоровому сприйнятті форми ДР, скільки на виконанні певних алгебраїчних перетворень.

Стандартизованою формою запису ДР першого порядку для перевірки на однорідність, будемо вважати таку:

$$y' = f(x, y). \qquad (2)$$

Перевірка ДР першого порядку на однорідність *відносно аргументу* x *і невідомої функції* y базується на понятті однорідної функції і полягає в наступному: в правій частині рівняння (2) замість змінної x слід записати tx, а замість змінної $y - ty$ і провести всі можливі спрощення. Якщо в результаті змінна t, яка відіграє роль індикатора, скоротиться

$$f(tx, ty) = f(x, y),$$

тобто функція $f(x, y)$ є однорідною функцією *нульового виміру*, то диференціальне рівняння (2) є ***однорідним*** *відносно аргументу* x *і невідомої функції* y.

Зауважимо, що у випадку, коли функція $f(x, y)$ представлена у вигляді

$$f(x, y) = \varphi\left(\frac{y}{x}\right),$$

тобто в праву частину рівняння (2) змінні x та y ходять у вигляді „зв'язки" $\frac{y}{x}$, висновок про його *однорідність відносно змінних* x *та* y можна зробити автоматично.

Особливістю процедури розв'язання однорідного відносно змінних y та y ДР першого порядку є наявність **трьох етапів**:

підготовчого, на якому виконується заміна змінної $y = zx$ (де $z = z(x)$ - нова невідома функція, а $y' = z'x + z$), що дозволяє звести однорідне рівняння до ДР першого порядку з відокремлюваними змінними:

$$y' = f(x, y) \;\Rightarrow\; z'x + z = f(z) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow\; z'x = f(z) - z \qquad (3)$$

основного, який полягає в розв'язанні отриманого ДР *з відокремленими змінними* (3) за відповідним (відомим студентам!) ***<u>алгоритмом</u>***;

завершального (повернення до „старої" змінної), який полягає у заміні в отриманому розв'язку змінної z на $\frac{y}{x}$:

$$\Phi(z, C) = 0 \quad \Phi\left(\frac{y}{x}, C\right) = 0.$$

Як свідчить наш досвід, запис однорідного ДР першого порядку у вигляді (2) дає можливість уникати зайвих утруднень на підготовчому етапі розв'язання рівняння та знизити ймовірність виникнення помилок при зведенні його до ДР з відокремлюваними змінними. Тому, якщо однорідне відносно аргументу x і невідомої функції y ДР записане у диференціальній формі $M(x, y)dy + N(x, y)dx = 0$, краще перейти до форми запису у вигляді (2):

$$y' = -\frac{N(x, y)}{M(x, y)} = f(x, y).$$

Як і в попередньому випадку, при формуванні навичок розпізнання серед інших ДР першого порядку однорідних відносно змінних x та y диференціальних рівнянь доцільним є проведення формаційного тестування як у "колективному", так і в індивідуальному режимах. Нижче наведені зразки відповідних карток для тестування.

КАРТКА 1	**КАРТКА 2**
***<u>Завдання</u>*. Вказати однорідні** *відносно аргументу* x *і невідомої функції* y **ДР першого порядку.** 1) $y' = \frac{y}{x} - 2\frac{x^2}{y^2}$;	***<u>Завдання.</u>*** **Вказати однорідні** *відносно аргументу* x *і невідомої функції* y **ДР першого порядку.** 1) $y' = \frac{y}{x}\ln\frac{y}{x}$;

2) $y' = \dfrac{xy}{x^2 + 2y^2}$; 3) $x^2 y' + xy = y$; 4) $xy' + y = x^2$; 5) $x^2 y' - xy = y^2$; 6) $xy' + y = 2\sqrt{xy}$.	2) $xy' - y = xe^{\frac{y}{x}}$; 3) $yy' = e^{x+y}$; 4) $xy' = \sqrt{x^2 + y^2} + y$; 5) $xy' = \dfrac{y}{\ln x}$; 6) $x^2 y' = x^2 + 3xy + y^2$.

Диференціальні рівняння першого порядку ***лінійні*** *відносно невідомої функції* y *та її похідної* y', як правило, записують у стандартизованій формі:

$$y' + p(x) \cdot y = q(x). \qquad (4)$$

Розпізнання лінійних ДР першого порядку серед інших ДР базується на зоровому сприйнятті структури виразу в цілому з акцентом на особливості входження в цей вираз змінної y та її похідної y' і не викликає у студентів серйозних утруднень.

Процедура розв'язання лінійного ДР першого порядку включає в себе також **три етапи**:

підготовчий, на якому виконується заміна змінної $y = u \cdot v$ (за методом Бернуллі), де $u = u(x)$ і $v = v(x)$ - дві невідомі функції, а $y' = u' \cdot v + u \cdot v'$:

$$u' \cdot v + u \cdot v' + p(x) \cdot u \cdot v = q(x) \Rightarrow u' \cdot v + u \cdot (v' + p(x) \cdot v) = q(x);$$

основний, який полягає в послідовному розв'язанні *двох ДР з відокремлюваними змінними*:

1) $v' = -p(x) \cdot v$ та 2) $u' \cdot v = q(x)$

за відомим студентам ***алгоритмом*****;**

завершальний, в якому з розв'язків цих рівнянь формується загальний розв'язок заданого лінійного ДР першого порядку:

$$y(x) = u(x, C) \cdot v(x).$$

Зауважимо, що, навчаючи студентів розпізнанню типів ДР першого порядку, зустрічаємося з утрудненням, яке виникає у них в зв'язку з нечітким використанням термінології в підручниках. Справа в тому, що *однорідним* називають рівняння (2), де функція $f(x, y)$ є *однорідною функцією* нульового виміру *відносно змінних* x *та* y, а також *лінійним однорідним* називають рівняння (3) у випадку, коли $f(x) \equiv 0$, яке є *однорідним відносно функції* y *та її похідної* y'. Якщо, вживаючи термін "однорідне рівняння", не підкреслювати характер однорідності, вказуючи в першому випадку – "*однорідне відносно змінних* x *та* y", а в другому – "*лінійне однорідне відносно функції* y *та її похідної* y'", то у частини студентів не формується чітке уявлення про відмінність цих випадків і виникає певна плутанина. Тому, особливо на перших етапах вивчення типів диференціальних рівнянь, слід обов'язково, застосовуючи термін "однорідне", вказувати на характер однорідності відповідного рівняння.

Вивчення теми "Диференціальні рівняння першого порядку" завершується заключним формаційним тестуванням, метою якого є перевірка рівня сформованості вміння розпізнавати типи ДР першого порядку перед проведенням традиційної модульної контрольної роботи.

Зауважимо, що в деяких випадках питання про тип ДР першого порядку може мати неоднозначну відповідь.

Так, рівняння виду $ay^k \cdot y' = bx^k$, де a, b, k - числа ($a \neq 0$, $b \neq 0$, $k \neq 0$), є ДР з відокремлюваними змінними і одночасно однорідним відносно змінних x та y.

Рівняння виду $M_1(x) \cdot y' = N_1(x) \cdot y$, де $M_1(x)$, $N_1(x)$- неперервні функції, є лінійним однорідним ДР відносно y та y' і одночасно ДР відокремлюваними змінними.

Рівняння виду $axy' + by = cx$, де a, b, c - числа ($a \neq 0$, $b \neq 0$, $c \neq 0$), є лінійним відносно y та y' і одночасно однорідним ДР відносно змінних x та y. Якщо $c = 0$, то рівняння $axy' + by = 0$ є ДР з відокремлюваними змінними, лінійним однорідним відносно y та y' та однорідним відносно змінних x та y.

Сказане вище слід враховувати при складанні тестів на розпізнання типів ДР першого порядку.

Можливі два варіанти тестів:

- тести, до складу яких включені ДР першого порядку, кожне з яких належить тільки до одного з типів;
- тести, до складу яких включені ДР першого порядку, деякі з яких можуть бути одночасно віднесені до різних типів.

В першому випадку питання про тип ДР першого порядку має однозначну відповідь, а в другому випадку – найповнішою відповіддю слід вважати таку, в якій виявлені ті ДР, які можуть бути віднесені одночасно до різних типів і вказано до яких саме.

Зразки карток, які можна запропонувати студентам, наведені нижче.

КАРТКА 1	КАРТКА 2
Завдання. **Визначити тип кожного з ДР першого порядку.**	***Завдання.*** **Визначити тип кожного з ДР першого порядку.**
1) $x^2y' - xy = y^2$;	1) $y' - 2y = ye^x$;
2) $x^2y' - xy = 1$;	2) $yy' = e^{x+y}$;
3) $y' - \frac{y}{x} = x\sin x$;	3) $xy' - y = xe^{\frac{y}{x}}$;
4) $y' - y = e^{2x}$;	4) $xy' + y = e^x$;
5) $xy' - y = x\sin\frac{y}{x}$;	5) $y'tgx - y = 1$;
6) $y' - y = y^2e^x$;	6) $2xy' + 3y = 4x$;
7) $y' + y^2 = x$.	7) $3xy' = 5y$.

На жаль, в переглянутих нами підручниках, не згадується про можливість віднесення ДР першого порядку одночасно до різних типів.

Слід підкреслити, що формаційне тестування на розпізнання типів диференціальних рівнянь першого порядку є тільки підготовчим етапом перевірки знань студентів і ні в якому разі не може замінити традиційної контрольної роботи, яка дає можливість перевірити вміння виконувати всі кроки процедури розв'язування диференціальних рівнянь першого порядку кожного з трьох типів.

Зауважимо, що поетапне формаційне тестування протягом вивчення всієї теми носить „каскадний" характер, коли при кожному наступному тестуванні розширюється поле інформації, яке охоплюється тестами і підвищується рівень складності завдань. Перевагою такої схеми тестування є можливість, відстежуючи динаміку формування вміння розпізнавати типи ДР першого порядку, корегувати структуру аудиторних та домашніх завдань, визначаючи їх необхідну кількість та рівень складності.

Обмаль часу, відведеного на вивчення теми «Диференціальні рівняння першого порядку», вимагає серйозної роботи, пов'язаної з плануванням кожного окремого практичного заняття:

- ретельного відбору найбільш типових прикладів для розв'язання в аудиторії та для домашніх завдань;
- кропіткої роботи по створенню тестів (з чітким уявленням про час їх проведення), детального аналізу результатів тестування та швидкого реагування на отримані результати;
- розробки завдань для модульних контрольних робіт на розв'язання диференціальних рівнянь та принципів оцінювання цих завдань.

Відмітимо, що як би мало часу не було відведено на вивчення студентами теми «Диференціальні рівняння першого порядку», слід обов'язково виділити час на розв'язання задач прикладного характеру.

Література

1. Гронлунд, Норман Е. Оцінювання студентської успішності: Практ. посіб. – К.: Навчально-методичний центр „Консорціум із удосконалення менеджмент-освіти в Україні", 2005. – 312 с.
2. Попков В.А., Коржуев А.В. Дидактика высшей школы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр „Академия", 2001. – 136 с.
3. Тарасенкова Н.А. Використання знаково-символьних засобів у навчанні математики: Монографія. – Черкаси: Відлуння-Плюс, 2002. – 400 с.
4. Шкіль М.І., Колесник Т.В. Вища математика. – К.: Вища шк. Головне вид-во, 1986. – 512 с.
5. Дюженкова Л.І., Дюженкова О.Ю., Михалін Г.О. Вища математика: Приклади і задачі/ Посібник. – К.: Видавничий центр „Академія", 2002. – 624 с.
6. Бугір М.К. Математика для економістів: Посібник. – К.: Видавничий центр „Академія", 2003. – 520с.
7. Соколенко О.І. Вища математика: Підручник. – К.: Видавничий центр „Академія", 2002. – 432 с.