

11

Тема 4.

Показникова функція

Урок 7. **Методи розв'язування показникових рівнянь**

Тип уроку: урок засвоєння знань.

План уроку

1. Узагальнення методів розв'язування показникових рівнянь.
2. Метод розкладу показникового рівняння на множники.
3. Метод заміни.

Очікувані результати навчальних досягнень

Учень/учениця:

обирає серед кількох різних стратегій розв'язання специфічних проблемних ситуацій таку, що задовольняє певні умови [12 МАО 2.2.2–1 П];

визначає необхідність і достатність набору даних проблемної ситуації та математичних фактів для її розв'язання [12 МАО 3.1.1–2 П];

визначає та усуває прогалини у власних математичних знаннях і вміннях у специфічних проблемних ситуаціях [12 МАО 4.1.3–1 П].

Дружні поради вчителю/вчительці до уроку

- 1) Сформулюйте учням/ученицям мотиваційні запитання щодо матеріалу уроку.
- 2) Запропонуйте учням/ученицям, на ваш вибір, завдання на повторення вивченого.
- 3) Сформулюйте практичну задачу (без розв'язання). Розв'язання пропонуємо у вигляді групової роботи наприкінці уроку.
- 4) До теоретичних тверджень наведено ілюстративні приклади. Обирайте ілюстративні приклади на ваш розсуд.
- 5) Увесь запропонований матеріал неможливо подати в часових вимірах одного уроку, тому обирайте кількість матеріалу на ваш розсуд.
- 6) Заплануйте розв'язання практичної задачі як групову активність. Об'єднайте учнів/учениць у кілька груп. Під час розв'язання задачі групами важливо формувати комунікаційні навички, знаходити математичного партнера, з яким під силу розв'язати задачу, інтегрувати здобуті знання у розв'язання практичних задач.

7) Пропонуйте учням/ученицям самотужки або в групах розв'язувати тренувальні завдання за трьома рівнями складності, на вибір учня/учениці. Формуйте навички розв'язання прикладів і задач та навчайте учнів/учениць самостійної роботи над завданнями.

8) Мотивуйте учнів/учениць до проєктної діяльності. Створення проєктів та їхній захист можуть бути альтернативою контрольної роботи з теми. Можливі теми для створення проєктів запропоновані.

9) Запропонуйте учням/ученицям заповнити лист рефлексії.

I. Організаційна частина (2 хв)

Мотиваційні запитання

1) Чому показникові рівняння відіграють важливу роль у фінансовій сфері?

2) Чи можна за допомогою показникових рівнянь оцінити швидкість розповсюдження інформації?

3) Чому вчені, інженери та лікарі часто використовують показникові рівняння для моделювання реальних процесів?

4) Що спільного між зростанням кількості підписників в соцмережах та показниковими рівняннями?

5) Чи можна за допомогою показникових рівнянь змодельовати процес охолодження чи нагрівання тіла?

II. Повторення (3–4 хв)

1. Розв'яжіть рівняння $4^{x-2} = (0,5)^{1-x}$.

Відповідь. 3.

2. Розв'яжіть рівняння $\left(\frac{1}{25}\right)^{0,2x-2} = 125$.

Відповідь. 2,5.

3. Знайдіть добуток рівняння $3^{x^2-1} = 243$.

Відповідь. $-\sqrt{6}; \sqrt{6}$.

4. Розв'яжіть рівняння $\sqrt{2^x} \cdot \sqrt{3^x} = 36$.

Відповідь. 4.

5. Розв'яжіть рівняння $0,125^{x-1} = 8$.

Відповідь. 0.

Як я вирішую певну проблему?

Задача. Радіоактивний ізотоп йод-131 використовується для визначення порушень функції щитоподібної залози людини. Йод-131 уводять у кровоносну систему. Здорова щитоподібна залоза поглинає весь йод. Період напіврозпаду йоду-131 становить 8,2 дня, тому його розпад можна змодельовати показниковим рівнянням

$$A_L = A_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{8,2}}$$
, де A_L — кількість йоду-131, що залишилася, A_0 — початкова кількість йоду-131, t — час, що минув, у днях.

- 1) Через який час у щитоподібній залозі здорової людини залишиться 25 % йоду-131?
- 2) Яка частина (у відсотках) початкової кількості йоду-131 залишиться в організмі пацієнта через 30 днів?
- 3) Чи може, за цією моделлю кількість йоду-131 дорівнювати нулю?

III. Методи розв'язування показникових рівнянь

Показникові рівняння умовно можна класифікувати за методами їхнього розв'язування (див. таблицю).

№	Види рівнянь	Приклади
1.	Рівняння, що розв'язуються переходом до рівних основ.	1) $2^x = 4^5$; 2) $\left(\frac{3}{7}\right)^{3x+1} = \left(\frac{7}{3}\right)^{5x-1}$.
2.	Рівняння, що розв'язуються за допомогою переходу до однакового показника степеня.	1) $5^{2x-4} = 49^{2-x}$; 2) $3^{x^2-9} = 7^{x^2-9}$.
3.	Рівняння, що розв'язуються за допомогою винесення спільного множника за дужки.	1) $5^{x+1} + 5^x = 150$; 2) $2^{x+2} - 2^x = 96$.
4.	Рівняння, що зводяться до алгебричних за допомогою заміни змінних.	1) $7^{2x} - 6 \cdot 7^x + 5 = 0$; 2) $4^x + 2^x = 72$.
5.	Однорідні рівняння, відносно показникових функцій.	1) $3 \cdot 2^{2x} - 5 \cdot 6^x + 2 \cdot 3^{2x} = 0$; 2) $2^{2x+1} - 7 \cdot 10^x + 25^{x+0,5} = 0$.
6.	Рівняння, що розв'язуються графічним методом або за допомогою властивостей функцій.	1) $3^x = 11 - x$; 2) $3^{x-2} = \frac{9}{x}$.

IV. Метод розкладу показникового рівняння на множники

Реалізацію метода розкладу показникового рівняння на множники розглянуто на попередньому уроці.

Якщо у рівнянні використати властивість $a^{x+y} = a^x \cdot a^y$, то рівняння можливо розкласти на множники методом винесення спільного множника за дужки або методом групування й винесення спільного множника за дужки.

Якщо ліву частину рівняння можна розкласти на множники, а права дорівнює нулю, то можна перейти до сукупності рівнянь де кожен множник дорівнює нулю.

Ілюстративний приклад

6. Розв'яжіть рівняння $x^2 \cdot 4^{\sqrt{6-x}} + 4^{2+x} = 16 \cdot 2^{2\sqrt{6-x}} + x^2 \cdot 2^{2x}$.

Розв'язання. $x^2 \cdot 2^{2\sqrt{6-x}} + 2^{4+2x} = 16 \cdot 2^{2\sqrt{6-x}} + x^2 \cdot 2^{2x}$,
 $x^2 \cdot 2^{2\sqrt{6-x}} - 16 \cdot 2^{2\sqrt{6-x}} = x^2 \cdot 2^{2x} - 2^{4+2x}$, $2^{2\sqrt{6-x}}(x^2 - 16) = x^2 \cdot 2^{2x} - 16 \cdot 2^{2x}$,
 $4^{\sqrt{6-x}}(x^2 - 16) = 2^{2x}(x^2 - 16)$, $(x^2 - 16)(4^{\sqrt{6-x}} - 4^x) = 0$,

$$\begin{cases} x^2 - 16 = 0, \\ 4^{\sqrt{6-x}} - 4^x = 0. \end{cases} \begin{cases} x = -4, \\ x = 4, \\ \sqrt{6-x} = x. \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = -4, \\ x = 4, \\ x \leq 6, \\ \begin{cases} 6-x = x^2, \\ x \geq 0. \end{cases} \end{cases} \begin{cases} x = -4, \\ x = 4, \\ x \leq 6, \\ \begin{cases} x = 2, \\ x = -3, \\ x \geq 0. \end{cases} \end{cases}$$

Відповідь. -4; 4; 2.

7. Розв'яжіть рівняння $2 \cdot 3^{2x+1} - 4 \cdot 3^{2x-2} - 25 \cdot 3^{2x-3} = 375$.

Розв'язання. $3^{2x-3} \left(\frac{2 \cdot 3^{2x+1}}{3^{2x-3}} - \frac{4 \cdot 3^{2x-2}}{3^{2x-3}} - \frac{25 \cdot 3^{2x-3}}{3^{2x-3}} \right) = 375$,
 $3^{2x-3} (2 \cdot 3^4 - 4 \cdot 3 - 25) = 375$, $3^{2x-3} (2 \cdot 81 - 12 - 25) = 375$,
 $3^{2x-3} \cdot 125 = 375$, $3^{2x-3} = 3$, $2x - 3 = 1$, $2x = 4$, $x = 2$.

Відповідь. 2.

V. Метод введення заміни змінної

Досить часто показникове рівняння можна звести до алгебричного за допомогою заміни $t = a^{f(x)}$. Наприклад, рівняння виду $Aa^{2f(x)} + Ba^{f(x)} + C = 0$ можна розв'язати введенням заміни $a^{f(x)} = t$, при цьому $a^{2f(x)} = t^2$, або рівняння виду $Aa^{f(x)} + Ba^{-f(x)} + C = 0$ можна розв'язати за допомогою заміни $a^{f(x)} = t$, при цьому $a^{-f(x)} = \frac{1}{t}$.

Ілюстративні приклади (7–10 хв)

8. Розв'яжіть рівняння $25^x + 4 \cdot 5^x - 5 = 0$.

Розв'язання. Оскільки $25^x = (5^2)^x = 5^{2x} = (5^x)^2$, то дане рівняння розв'яжемо методом заміни змінної.

Нехай $5^x = t$. Тоді $t^2 + 4t - 5 = 0$, звідси $t = -5$ або $t = 1$.

1) Якщо $t = 1$, то $5^x = 1$, $5^x = 5^0$, $x = 0$.

2) Якщо $t = -5$, то $5^x = -5$, що неможливо, оскільки $5^x > 0$ при будь-якому x .
Отже, рівняння $5^x = -5$ не має коренів.
Відповідь. 0.

9. Розв'яжіть рівняння $2^x + 2^{2-x} = 5$.

Розв'язання. $2^x + 2^2 \cdot 2^{-x} = 5$, $2^x + 4 \cdot 2^{-x} = 5$.

Нехай $2^x = t$. Тоді $t + \frac{4}{t} - 5 = 0$, $\frac{t^2 - 5t + 4}{t} = 0$, звідси $t = 1$ або $t = 4$.

1) Якщо $t = 1$, то $2^x = 1$, $2^x = 2^0$, $x = 0$.

2) Якщо $t = 4$, то $2^x = 4$, $2^x = 2^2$, $x = 2$.

Відповідь. 0; 2.

10. Розв'яжіть рівняння $4^x - 2 \cdot 5^{2x} + 10^x = 0$.

Розв'язання. Якщо зробити заміну $2^x = u$, $5^x = v$, то дане рівняння можна переписати в такому вигляді: $u^2 - 2v^2 + uv = 0$, що є однорідним рівнянням другого степеня.

Оскільки $v = 5^x > 0$, то поділимо обидві частини рівняння на v^2 : $\left(\frac{u}{v}\right)^2 - 2 + \frac{u}{v} = 0$.

Нехай $\frac{u}{v} = t$, тоді $t^2 + t - 2 = 0$, звідки $t = 1$ або $t = -2$.

1) Якщо $t = 1$, то $\frac{2^x}{5^x} = 1$, $\left(\frac{2}{5}\right)^x = \left(\frac{2}{5}\right)^0$, $x = 0$.

2) Якщо $\frac{2^x}{5^x} = -2$, то $\left(\frac{2}{5}\right)^x = -2$, що неможливо. Отже, рівняння коренів не має.

Відповідь. 0.

VI. Розв'язування практичних задач. Групова активність (5–7 хв)

Як я вирішую певну проблему?

Задача. Радіоактивний ізотоп йод-131 використовується для визначення порушень функції щитоподібної залози людини. Йод-131 уводять у кровоносну систему. Здорова щитоподібна залоза поглинає весь йод. Період напіврозпаду йоду-131 становить 8,2 дня, тому його розпад можна змоделювати показниковим рівнянням

$A_L = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{8,2}}$, де A_L — кількість йоду-131, що залишилася, A_0 — початкова кількість йоду-131, t — час, що минув, у днях.

1) Через який час у щитоподібній залозі здорової людини залишиться 25 % йоду-131?

2) Яка частина (у відсотках) початкової кількості йоду-131 залишиться в організмі пацієнта через 30 днів?

3) Чи може, за цією моделлю кількість йоду-131 дорівнювати нулю?

Розв'язання. 1) $25\% = 0,25 = 25\% = 0,25 = \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$.

Підставимо значення у формулу $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{8,2}} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$.

Звідси $\frac{t}{8,2} = 2$, $t = 2 \cdot 8,2 = 16,4$.

Отже, через 16,4 дня в організмі залишиться 25 % йоду-131.

2) Якщо $t = 30$, то $A_L = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{8,2}}$, $\frac{30}{8,2} \approx 3,66$, $A_L \approx A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{3,66} \approx A_0 \cdot 0,079$.

Переводимо у відсотки: $0,079 \cdot 100\% \approx 7,9\%$.

Через 30 днів в організмі приблизно 8 % початкової кількості йоду-131.

3) Оскільки $A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{8,2}} > 0$, то для будь-якого t , вираз не дорівнює нулю.

Зі збільшенням часу кількість речовини наближається до нуля, але не досягає його.

Відповідь. 1) Через 16,4 дня. 2) 8 %. 3) Ні.

VII. Тренувальні вправи. Три рівні складності: А, В, С (8–10 хв)

Рівень А

1. Розв'яжіть рівняння:

1) $3^{x+2} + 3^x = 30$;	2) $4^{x+1} + 4^{x-2} = 260$;	3) $2^{x+4} - 2^x = 120$;
4) $7^{x+1} + 4 \cdot 7^x = 77$;	5) $5^x + 7 \cdot 5^{x-2} = 160$;	6) $6^{x+1} - 4 \cdot 6^{x-1} = 192$.

2. Розв'яжіть рівняння:

1) $7^{x+2} + 4 \cdot 7^x = 539$;	2) $4^{x+1} + 4^x = 320$;	3) $3^{x+2} - 2 \cdot 3^{x-2} = 79$;
4) $3^{x+3} + 3^x = 84$;	5) $3^{x+3} + 5 \cdot 3^{x-1} - 86 = 0$;	6) $5^{x+1} + 5^x - 5^{x-1} = 29$.

3. Розв'яжіть рівняння:

1) $2^{2x} - 3 \cdot 2^x + 2 = 0$;	2) $9^x + 2 \cdot 3^x - 99 = 0$;
3) $3^{2x} - 4 \cdot 3^x + 3 = 0$;	4) $4^x - 5 \cdot 2^x - 24 = 0$.

4. Розв'яжіть рівняння:

1) $2^{2x} - 3 \cdot 2^x + 8 = 0$;	2) $9^x - 6 \cdot 3^x - 27 = 0$;
3) $25^x - 5^x - 20 = 0$;	4) $100 \cdot 0,3^{2x} + 91 \cdot 0,3^x - 9 = 0$.

5. Розв'яжіть рівняння:

1) $4^{x^2+2x} = 5^{x^2+2x}$;	2) $7^{2-x} = 4^{x-2}$;	3) $2^{x^2-3x} = 5^{x^2-3x}$;	4) $5^{x-1} = 12^{1-x}$.
--------------------------------	--------------------------	--------------------------------	---------------------------

6. Розв'яжіть рівняння:

1) $2^x + 2^{x-1} + 2^{x-2} = 56$;	2) $6 \cdot 5^x - 5^{x+1} - 3 \cdot 5^{x-1} = 10$;
3) $4 \cdot 9^{1,5x-1} - 27^{x-1} = 33$;	4) $0,5^{5-2x} + 3 \cdot 0,25^{3-x} = 5$.

7. Розв'яжіть рівняння:

1) $4^{x+1} + 4^x = 320$;	2) $2 \cdot 3^{x+1} - 3^x = 15$;
3) $7^{x+2} + 4 \cdot 7^{x+1} = 539$;	4) $3 \cdot 5^{x+3} + 2 \cdot 5^{x+1} = 77$.

8. Розв'яжіть рівняння:

1) $3^x - 3^{x+3} = -78$;	2) $5^{2x-1} - 5^{2x-3} = 4,8$;
3) $7^{2x+1} + 7^{2x+2} + 7^{2x+3} = 57$;	4) $2^{4x-1} + 2^{4x-2} - 2^{4x-3} = 160$.

Рівень В

1. Розв'яжіть рівняння:

$$\begin{array}{ll} 1) 2 \cdot 7^x + 7^{x+2} - 3 \cdot 7^{x-1} = 354; & 2) 2^{2x+1} + 4^x - \left(\frac{1}{16}\right)^{1-0,5x} = 47; \\ 3) 4^{x-2} - 3 \cdot 2^{2x-1} + 5 \cdot 2^{2x} = 228; & 4) 4 \cdot 3^x - 5 \cdot 3^{x-1} - 6 \cdot 3^{x-2} = 15 \cdot 9^{x^2-1}. \end{array}$$

2. Розв'яжіть рівняння:

$$\begin{array}{lll} 1) 2^{2x+1} - 5 \cdot 2^x + 2 = 0; & 2) 4^{x+1} + 4^{1-x} = 10; & 3) 5^{2x-3} - 2 \cdot 5^{x-2} = 3; \\ 4) 9^x - 6 \cdot 3^{x-1} = 3; & 5) 3^{x+1} + 3^{2-x} = 28; & 6) \frac{9}{2^x - 1} - \frac{21}{2^x + 1} = 2. \end{array}$$

3. Розв'яжіть рівняння:

$$\begin{array}{l} 1) 2^x + 2^{x-1} + 2^{x-2} = 3^x - 3^{x-1} + 3^{x-2}; \\ 2) 3^{x^2+2} - 5^{x^2-1} = 5^{x^2+1} + 3^{x^2-1}; \\ 3) 7^x - 5^{x+2} = 2 \cdot 7^{x-1} - 118 \cdot 5^{x-1}. \end{array}$$

4. Розв'яжіть рівняння:

$$\begin{array}{ll} 1) 5^{x+2} - 5^x = 120\sqrt{5}; & 2) 4^{x+2} + 2 \cdot 4^x = \frac{9}{16}; \\ 3) 3^{x+2} + 3^{x+3} = 108; & 4) 3 \cdot 2^{2x+1} + 2^{2x-1} = 104. \end{array}$$

5. Розв'яжіть рівняння:

$$\begin{array}{ll} 1) 4^x \cdot 5^{x-1} = 0,2 \cdot 20^{3-2x}; & 2) 2^x \cdot 3^{x+1} = 81; \\ 3) 3^x \cdot 5^{2x-3} = 45; & 4) 2^x \cdot 3^{x-1} \cdot 5^{2x+1} = 250. \end{array}$$

6. Розв'яжіть рівняння:

$$\begin{array}{ll} 1) 9^x - 4 \cdot 3^x = 45; & 2) 2^x - 8 \cdot 2^{-x} = 7; \\ 3) 4^{x-1} - 17 \cdot 2^{x-3} + 1 = 0; & 4) 2 \cdot 4^{x+1} - 17 \cdot 2^x = 2^{-x} - 10. \end{array}$$

7. Розв'яжіть рівняння:

$$\begin{array}{ll} 1) 2^x - 6 \cdot 2^{-x} = -1; & 2) 2^{2x-2} + 5 \cdot 2^{x-1} + 4 = 0; \\ 3) \left(\frac{1}{5}\right)^x + 5^{x+2} = 10; & 4) 2 + \frac{1}{4^x - 3} = \frac{1}{4^x + 2}. \end{array}$$

8. Розв'яжіть рівняння:

$$\begin{array}{ll} 1) 2^{x-1} + 2^x + 2^{x+1} = 6^{x-1} + 6^x; & 2) 9^{x+\frac{1}{2}} - 2^{x+1} = 2^{x+4} - 3^{2x}; \\ 3) 3^x + 3^{x+1} + 3^{x+2} = 12^x + 12^{x+1}; & 4) 4^{x+\frac{1}{2}} - 3^{x+1} = 3^{x+2} - 7 \cdot 2^{2x}. \end{array}$$

Рівень С

1. Розв'яжіть рівняння $\sqrt{4^x - 2^x - 3} = \sqrt{4 \cdot 2^x - 7}$.

2. Розв'яжіть рівняння:

$$\begin{array}{ll} 1) 9^{x-\frac{1}{2}} + 3^{x-1} = 3 + 3^{1-x}. & 2) x \cdot 3^{x-1} + 3 \cdot 3^{\sqrt{3-x}} = 3^x + x \cdot 3^{\sqrt{3-x}}; \\ 3) x^2 \cdot 4^{\sqrt{6-x}} + 4^{2+x} = 16 \cdot 2^{2\sqrt{6-x}} + x^2 \cdot 2^{2x}; & 4) x^2 \cdot 6^{-x} + 6^{\sqrt{x+2}} = x^2 \cdot 6^{\sqrt{x}} + 6^{2-x}. \end{array}$$

3. Розв'яжіть рівняння:

1) $2^{3x} - 6 \cdot 2^{2x} + 12 \cdot 2^x - 8 = 0$;

2) $\left(\frac{1}{2}\right)^{3x} - 12 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{2x} + 48 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^x - 64 = 0$;

3) $5^x + 6 \cdot (\sqrt[3]{25})^x + 12 \cdot (\sqrt[3]{5})^x + 8 = 343$;

4) $2^x + 3 \cdot (\sqrt[3]{4})^x + 3 \cdot (\sqrt[3]{2})^x + 1 = 27$.

4. Розв'яжіть рівняння:

1) $(3^{2x} - 1) \cdot (3^{4x} + 3^{2x} + 1) = 26$;

2) $(5^{2x} + 1) \cdot (5^{4x} - 5^{2x} + 1) = 126$;

3) $((\sqrt{7})^x - 1) \cdot (7^x + (\sqrt{7})^x + 1) = 342$;

4) $((\sqrt[3]{11})^x + 1) \cdot ((\sqrt[3]{121})^x - (\sqrt[3]{11})^x + 1) = 122$.

5. Розв'яжіть рівняння:

1) $(\sqrt{7})^{2x+2} - 50 \cdot (\sqrt{7})^x + 7 = 0$;

2) $(\sqrt{6})^{2x+2} - 37 \cdot (\sqrt{6})^x + 6 = 0$;

3) $3^{x-1} - \left(\frac{1}{3}\right)^{3-x} = \sqrt{\frac{1}{9^{4-x}}} + 207$;

4) $\sqrt[4]{16^{x+1}} + 188 = 8 \cdot 2^x - 0,5^{3-x}$.

6. Розв'яжіть рівняння:

1) $2^{x^2+2x-6} - 2^{7-2x-x^2} = 3,5$;

2) $3^{2x^2+x} = 26 + 3^{3-x-2x^2}$.

7. Розв'яжіть рівняння:

1) $(19 - 6\sqrt{10})^x + 6 \cdot (\sqrt{10} - 3)^x - 1 = 0$;

2) $(\sqrt{10} - 3)^{4x} - 6 \cdot (19 - 6\sqrt{10})^x - 1 = 0$;

3) $(2 - \sqrt{3})^x + (2 + \sqrt{3})^x - 4 = 0$;

4) $(3 - 2\sqrt{2})^x + (3 + 2\sqrt{2})^x - 6 = 0$.

8. Розв'яжіть рівняння:

1) $\frac{2^x + 1}{2^{x+2} - 2} = 1$;

2) $\frac{3^{x+1} - 1}{3^x + 4} = 2$;

3) $\frac{5^{4x-1} + 3}{5^{4x} - 3} = 2$;

4) $\frac{7^{2x} - 1}{7^{2x-1} + 1} = 3$.

VIII. Рефлексія (2 хв)

Запропонуйте учням оцінити розуміння теми уроку балами від 1 до 10.

Мої враження від уроку.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Жахливі									Чудові

Назвіть дві речі, які вам сподобалися на уроці, й одну річ, яка вам не сподобалася, або у вас усе ще залишилися запитання.

- 1)
- 2)
- ?

Можливі теми проєктів

1. Основні методи розв'язування показникових рівнянь та їхнє порівняння.
2. Графічний метод розв'язування показникових рівнянь.
3. Показникові рівняння як математичні моделі реальних процесів.
4. Типові помилки під час розв'язування показникових рівнянь і способи їхнього уникнення.

Список використаних джерел

1) Мерзляк А.Г., Номіровський Д.А., Полонський В.Б., Якір М.С. Алгебра : підручн. для 11 кл. з поглибленим вивченням математики : у 2 ч. / Ч. 1.— Харків : Гімназія, 2011. — 256 с.