

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Фізико-математичний факультет  
Кафедра математики та методики її навчання**

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Д. Є. Бобилєв

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

**РОЗВИТОК ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ  
СТАРШОКЛАСНИКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «СТЕПЕНЕВІ  
ФУНКЦІЇ» В КУРСІ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ**

Кваліфікаційна робота студентки  
фізико-математичного факультету  
групи МІм-17  
освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»  
спеціальності: 014.04 середня освіта  
Математика (Інформатика)  
Кошуті Софії Василівни  
Науковий керівник:  
кандидат педагогічних наук, доцент  
Армаш Т.С.

Оцінка:

Національна шкала \_\_\_\_\_

Шкала ECTS \_\_\_\_\_ Кількість балів \_\_\_\_\_

Голова ЕК \_\_\_\_\_

(підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

Члени ЕК \_\_\_\_\_

(підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

(підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

(підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

(підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «СТЕПЕНЕВІ ФУНКЦІЇ».....	5
1.1. Становлення та розвиток поняття «степенева функція» в математиці .....	5
1.2. Логіко-математичний аналіз теми «Степеневі функції».....	8
1.3. Цілі навчання і основні вимоги до знань і вмінь учнів з теми «Степеневі функції» .....	20
Висновки до розділу 1.....	24
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «СТЕПЕНЕВА ФУНКЦІЇ» В КУРСІ АЛГЕБРИ СТАРШОЇ ШКОЛИ.....	26
2.1. Форми, методи і засоби вивчення теми «Степеневі функції» .....	26
2.2. Методичні рекомендації навчання теми «Степеневі функції» в курсі алгебри закладів середньої освіти.....	39
2.3. Методичні рекомендації навчання теми «Степеневі функції» в курсі алгебри основної школи під час дистанційного навчання. ....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	68
ДОДАТКИ.....	73
Додаток А.....	73
Додаток Б.....	76
Додаток В .....	79

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Функції – це одна з основних та важливих тем в математиці. Оскільки більшість тем функціонального аналізу описуються на основі поняття функції.

Функція є зручною моделлю для дослідження багатьох процесів, отже для того, щоб досліджувати процеси і явища навколишнього світу, слід спочатку навчитись встановлювати характерні особливості відповідних математичних моделей.

Тема «Степеневі функції» є основною змістовою лінією шкільного курсу математики. Отже її осмислення та реалізація сучасних підходів до навчання даної теми є актуальним методичним завданням. Змістова лінія функції об'єднує в собі всі знання і прийоми діяльності з інших змістових ліній. Окрім того має також важливе значення для реалізації економічних, математичних, фінансових компетентностей; розв'язування прикладних задач, задачі з «життя», задачі «фінансового» типу і т.д.

Дослідженням та розробкою методики викладання математики в умовах широкого використання засобів ІКТ займалися Б.Б. Бесєдін, Х. Гассан, Ю.В. Горошко, В.В. Дровозюк, М.І. Жалдак, І.М. Забара, П.В. Морзе, Т.О. Олійник, А.В. Пеньков та інші.

Все вищесказане зумовило вибір теми нашого дослідження: Розвиток пізнавального інтересу старшокласників у навчанні теми: «Степеневі функції» в курсі алгебри і початків аналізу.

**Мета дослідження** полягає у розробці методики розвитку пізнавального інтересу учнів під час вивчення теми «Степеневі функції» на профільному рівні.

Для досягнення мети потрібно реалізувати **завдання**:

- 1) опрацювати наукову та навчально-методичну літературу з теми дослідження;

- 2) здійснити логіко-математичний аналіз теми «Степеневі функції» за підручником для 11 класу профільного рівня авторів О.С. Істера та О.В. Єрґіної;
- 3) розробити методику розвитку пізнавального інтересу учнів при вивченні теми «Степеневі функції»;
- 4) розробити методику вивчення теми «Степеневі функції» під час дистанційного навчання.
- 5) створити методичні розробки уроків різних типів з теми «Степеневі функції».

**Об'єктом дослідження** є процес навчання учнів степеневим функціям в курсі алгебри та початків аналізу.

**Предметом дослідження** є методика вивчення степеневих функцій, їх властивостей та графіків в курсі математики 10 класу на рівні стандарт.

Для розв'язання поставлених завдань будемо використовувати комплекс теоретичних методів: аналіз дидактичної та методичної літератури, підручників з математики; практичних: розробка дидактичних матеріалів до уроку та конспектів уроку.

**Практичне значення дослідження** полягає в можливості використання запропонованих дидактичних матеріалів вчителями математики на різних етапах проведення уроків. Розроблені дидактичні матеріали можуть використовувати вчителі для підготовки до уроку.

**Апробація дослідження.** Під час написання даної кваліфікаційної роботи було написано статтю на тему «Мотивація пізнавального інтересу учнів при вивченні теми «степеневі функції та її властивості» під час дистанційного навчання».

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

## РОЗДІЛ 1.

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «СТЕПЕНЕВІ ФУНКЦІЇ»

#### 1.1. Становлення та розвиток поняття «степенева функція» в математиці

Функція є одним з основних понять в науці та математиці. Поняття функціональної залежності відіграє важливу роль у пізнанні світу та відображає найточніше явища реальної дійсності.

Первинною моделлю математики є функція, саме тому функції, їх властивості, графіки у всіх їх формах утворюють стрижень шкільного курсу математики. Поняття функції пройшло свій довгий історичний шлях розвитку. Виникло воно як і інші поняття на вимогу потреб й наук, таких як фізика, хімія, біологія тощо.

Становлення поняття степенева функція варто розглядати з поняття функції. Перші кроки становлення поняття функції в математиці виконали математики Стародавнього Вавилону. Вони склали таблиці обернених значень чисел, їх квадратів і кубів, сум квадратів і кубів чисел. У сучасному розумінні це були таблиці значень таких функцій:  $y = \frac{1}{x}$ ;  $y = x^2$ ;  $y = x^3$ ;  
 $y = x^2 + x^3$ .

Необхідні передумови виникнення поняття «функції» були розроблені в 30-х роках XVII століття, саме тоді виникла аналітична геометрія, саме тоді активно проводилось залучення алгебри до рішення геометричних задач. Поняття функція має свою дуже давню історію [1].

Шлях до першого означення функції як математичного поняття проклав французький математик Рене Декарт, ввівши поняття змінної величини.

Термін «функція» вперше запропонував у 1692 р. видатний німецький філософ і математик Готфрід Вільгельм Лейбніц для характеристики різних відрізків, що з'єднують точки де-якою кривою [1].

На той час поняття функції було повністю залежним від геометричної форми, оскільки його використовували у дуже вузькому значенні, пов'язаному лише з геометричними образами. А саме це були відрізки дотичних до кривих, проекції на осі координат та лінії, що виконували для фігури певну функцію [1].

Вперше поняття функції незалежне від геометричної величини було сформульовано швейцарським математиком Йоганном Бернуллі у 1718 р.[1]: «Функція змінної величини – кількість, утворена будь-яким способом із цієї змінної величини та постійних». В свою чергу Л. Ейлер у своїй книзі «Введення в аналіз» сформулював такий варіант означення [36]: «Функція змінної кількості є аналітичне вираження, складене яким-небудь способом з цієї змінної кількості та чисел чи постійних кількостей». Також Ейлер ввів прийняті зараз позначення для функції.

Основна ідея означення Ейлера полягала в тому, що не важливо, яким способом кожному значенню ставиться у відповідність інше визначене значення, важливим є тільки те, щоб ця відповідність була встановлена.

Кінцеву відмінність між поняттям функція та її аналітичне вираження спостерігалась в XIX століття після того як французький математик Фур'є [9] показав, що функції, задані на різних проміжках по різному, можна, взагалі представити по всій області визначення у вигляді суми одного й того ж безкінечного ряду. Таким чином, несуттєво, одним чи декількома виразами задана функція, суттєво лише те, яких значень набуває одна величина при заданих значеннях іншої величини.

Після довготривалих досліджень висунутої ідеї, в якій приймали участь такі вчені: Деріхле, Лобачевський та інші, вчені прийшли до наступного означення функції: «Змінна величина у називається функцією змінної величини  $x$ , якщо кожному значенню величини  $x$  відповідає єдине визначене значення величини  $y$ ». Але за цим означенням функція є дечим більшим ніж те, що в це вкладали науковці.

Кінцеве своє формування поняття набуло лише коли була створена загальна теорія множин. Тоді стало зрозуміло, що в понятті функція значення  $x$

та  $y$  не обов'язково мають бути числами; під поняттям функції розуміють залежність або відповідність між множинами  $X$  та  $Y$  при яких кожному елементу з множини  $X$  ставиться у відповідність єдиний елемент з множини  $Y$ .

Проте поняття функції розширюється й надалі. У 1930 було введено нове поняття «дельта-функції» П. Діраком [36]. Використовуючи дане поняття описували події та явища квантової механіки. Також було введено поняття «узагальнена функція», яке використовували, щоб розв'язувати задачі фізики.

Безпосередньо сам термін «функція» (від латинського *functio* – вчинення, виконання) вперше вжито в листі до Гюйгенса, німецьким математиком Лейбніцом. Під функцією він розумів : «відрізок, довжина якого змінюється по якомусь певному закону». Дане трактування було опубліковане вперше в 1694 року. А з 1698 вчений вводить також термін «змінна» і «константа». У 18 столітті з'являється новий погляд на функцію як на формулу, що зв'язує одну змінну з іншою. Саме з цього трактування функції утворюється аналітичне формулювання функції.

Аналітичний підхід до функції вперше зробив швейцарський математик Йоганн Бернуллі, який в 1718 році визначив її таким чином: функція – це величина, складена із змінної та постійної. Для позначення певної функції довільного значення від  $x$  вчений застосував позначення  $j(x)$ , називаючи це характеристикою функцією.

Натомість німецький вчений Лейбніц вживав такі позначення  $x_1$ , замість сучасних  $f(x_1)$ , а Ейлер позначив через  $f : y, f : (x+y)$  те, що ми нині позначаємо через  $f(x), f(x+y)$ . Кінцеві формулювання загального визначення функції з аналітичної точки зору зробив учень Бернуллі — Ейлер у «Диференціальному обчисленні», що вийшло у світ в 1755 році: «Коли деякі кількості залежать один від одного таким чином, що при зміні останніх і самі вони піддаються змінні, то перші називають функцією других». Як видно з представлених визначень, саме поняття функції фактично ототожнювалося з аналітичним заданням.

Сучасне визначення функції, відмінне від згадок про аналітичне задання, яке належить Діріхле і виголошене у 1837р., неодноразово пропонувалось і до нього. Воно звучить так: дві змінні величини  $x$  і  $y$  зв'язані функціональною

Провівши аналіз навчально-методичної та наукової літератури для різнорівневих закладів освіти, можемо зробити висновок про два тлумачення поняття функції. За першим підходом функція тлумачиться як закон, правило, змінна величини, відповідність між значеннями змінних величин [9]. Складнощами даного означення є використання поняття «величина», зміст якого не розкривається, та не розкривається відповідність між об'єктами.

Інший підхід до тлумачення функції розкриває дане поняття через найближчий рід таких величин, як відповідність чи множина [50]. Отже, можемо функцію означити, як: функціональну залежність; відповідність чи відношення між множинами; закон, який утворює відповідність між множинами.

Враховуючи все вище сказане, можемо прийти до висновку, що сучасне трактування функції є найбільш універсальним та гнучким до застосування об'єктів природи та їх залежностей.

## **1.2. Логіко-математичний аналіз теми «Степеневі функції»**

Проведемо логіко-математичний аналіз теми «Степеневі функції» використовуючи підручник Математика (Алгебра і початки аналізу геометрія) авторства: О.С. Істер та О.В. Єрґіної – профільний рівень [18].

Поняття функції учні вивчають починаючи з 7 класу. З курсу учні мають засвоїти такі поняття: функція, аргумент, область визначення та значень, способи задання функції, графік функції та навчаються побудові графіків функції самостійно та використовуючи додатки. Закінчивши розділ функції учні мають вивчити основні поняття теми, які дають можливість учням вивчати наступні функції.



Згідно програмових вимог та змісту підручника зміст матеріалу: функція; область визначення функції; способи задання функції; графік функції; пряма і обернена пропорційність. Графіки функцій:  $y = kx + b$ .

Поняття вводиться конкретно-індуктивним методом, тобто використовуючи формулу лінійної функції маємо в результаті узагальнення та обчислення прийти до формули нової функції. Наприклад, залежність площі квадрата від сторони, швидкості від часу і тд.

Вивчення функції в курсі 8 класу розпочинається з вивчення оберненої пропорційності:  $y = \frac{k}{x}$ . Традиційно вивчення даної теми розглядають на прикладах різноманітних залежностей між величинами таких природних наук, як фізика, хімія, географія тощо. Що в свою чергу пов'язано з життєвими прикладами та міжпредметними зв'язками.

Наступним етапом вивчення функції є побудова його графіка. З чого можна зробити висновок, що областю визначення є множина всіх чисел крім нуля. Також потрібно розглянути розміщення віток гіперболи відносно значення  $k$ .

Наступною вивчають окремий вид квадратичної функції  $y = x^2$ . Вивчення даної функції пропонується учням конкретно-індуктивним методом без доведення. Саме ця функція є базою для вивчення квадратичної функції та її властивостей, подальших перетворень графіка, саме тому учні мають на високому рівні засвоїти дану тему. Вводяться терміни: вершина параболи, вітки параболи, проміжки спадання та зростання функції.

Графіком даної функції є парабола (рис. 1.1) тому потрібно побудувати таблицю значень для даного графіка. Для кращого засвоєння варто розглянути певний проміжок типу  $[-n; n]$ .

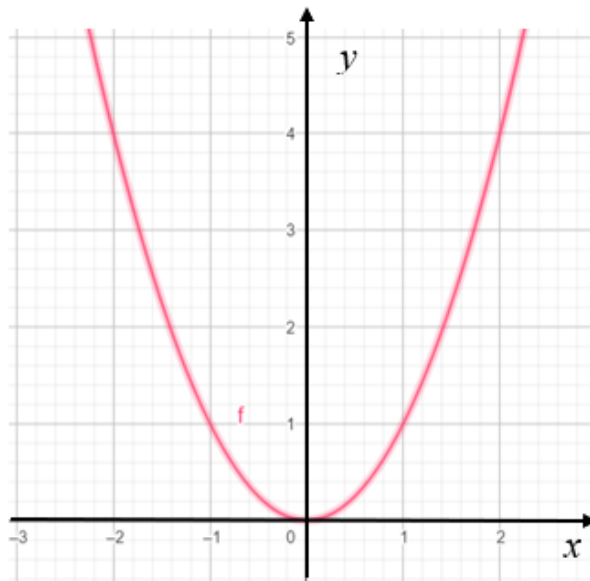


Рис.1.1

На даному етапі учні знайомляться з новою властивістю функції – нуль функції. Нулем функції називається таке значення аргументу, при якому значення функції дорівнює нуль.

Область визначення	$\mathbb{R}$
Область значень	$[0; +\infty)$
Графік	Парабола
Нуль функції	$x = 0$

Надалі учні вивчають нові властивості функції, а саме: проміжки знакосталості функції, зростання та спадання функції.

Наступним видом степеневі функції є  $y = ax^2 + bx + c$ ,  $a \neq 0$  (Рис. 1.2-1.3). Вивчення функції розпочинається з вивчення квадратного тричлена та його коренів.

Квадратним тричленом називається многочлен виду  $ax^2 + bx + c$ , де  $x$  – змінна,  $a, b, c$  – деякі числа,  $a \neq 0$ . Досліджуємо різницю між квадратним тричленом та квадратним рівнянням та вивчаємо поняття дискримінант та корені квадратного рівняння, розкладу квадратного тричлена на множники [4].

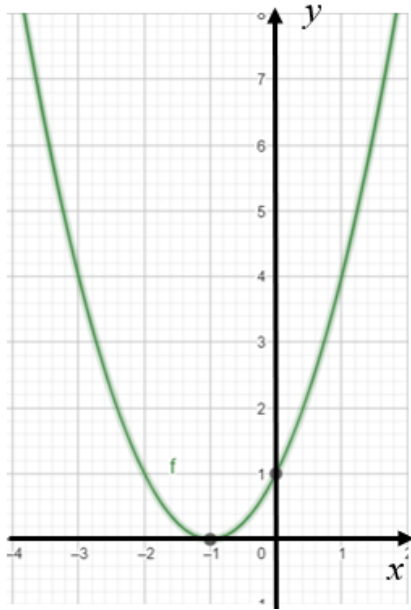


Рис. 1.2

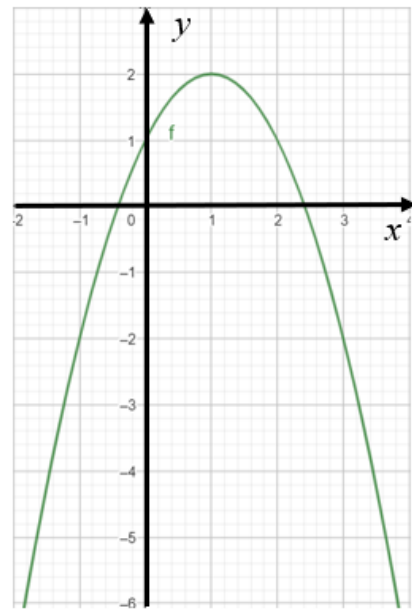


Рис. 1.3

### Властивості квадратичної функції.

Область визначення	$\mathbb{R}$	
Область значень	Для $a > 0$ – $[0; +\infty)$ Для $a < 0$ – $(-\infty; 0]$	
Графік	Парабола з вітками: Для $a > 0$ – угору Для $a < 0$ – униз	
Нуль функції	$x = 0$	
Зростання	Для $a > 0$ $[0; +\infty)$	Для $a < 0$ $(-\infty; 0]$
Спадання	Для $a > 0$ $(-\infty; 0]$	Для $a < 0$ $[0; +\infty)$
Найбільше значення	–	0
Найменше значення	0	–

В старшій школі перш ніж переходити безпосередньо до вивчення степеневих функцій учні мають повторити та розширити базові знання та

вміння з теми. Для учнів вводиться поняття числової функції, яке буде використовуватись у курсі алгебри і початків аналізу.

Числовою функцією (або функціональною залежністю) називають таку залежність між двома змінними, при якій кожному значенню незалежної змінної з деякої множини відповідає за певним правилом єдине значення залежної змінної [18, с.13].

Також учні розглядають поняття області визначення, множини значень функції та їх відповідні позначення, вивчають всі способи задання функції: графічний, словесний, табличний, формульний.

Для функції  $y = f(x)$  вивчають такі властивості: нулі функції, проміжки знакосталості функції, проміжки зростання та спадання функції, монотонність, симетричність графіка функції, парність, непарність функції, найбільше та найменше значення функції. Також вводяться відповідні позначення для деяких властивостей функції.

Поняття стала функція вводиться в старшій школі після вивчення властивостей функцій, які вивчаються для  $f(x)$ .

Функція  $y=f(x)$  називається сталою на деякому проміжку, якщо для будь-яких значень аргументу  $x_1$  та  $x_2$  із цього проміжку  $f(x_1) = f(x_2)$  [18].

Новими поняття також є такі властивості функцій як парність та непарність.

Функція називається парною, якщо її область визначення симетрична відносно нуля і для кожного  $x$  з області визначення справджується рівність:  $f(-x) = f(x)$  [18].

Функція називається непарною, якщо її область визначення симетрична відносно нуля і для кожного  $x$  з області визначення справджується рівність:  $f(-x) = -f(x)$  [18].

З продемонстрованих вище означень можна зробити висновок, що учні вчаться визначати парність та непарність функції за графіком та використовуючи формульний запис функції.

Доцільно розглянути функції, які не є ні парними, ні непарними. В підручниках немає означення ні парної, ні непарної функції, це подається на прикладі таких функцій. Приклад в підручнику [18] наводиться одразу після означень парності та непарності функцій.

Поняття найбільшого та найменшого значення функції вводяться на прикладах дослідження функцій на визначених проміжках та одночасно вводяться нові позначення для найбільшого та найменшого значення функції.

В наступному параграфі учні повторюють відомий вже матеріал, а саме: графіки та властивості основних видів функцій; побудову графіків за допомогою геометричних перетворень та вчать застосовувати знання до більш складних видів функцій. В даному параграфі розкривається поняття оберненої функції.

Функція, яка набуває кожного свого значення тільки в одній точці області визначення, називають оборотною [18].

Побудувавши графіки функцій в одній координатній площині, можна зробити висновок, що вони симетричні відносно прямої  $y=x$ . Аналізуючи сказане вище, можемо прийти до висновку, що функції є взаємно оберненими. Для таких функцій виконуються властивості, що область визначення оберненої функції — це множина значень прямої функції, і навпаки: множина значень оберненої — область визначення прямої.

Поняття степеневі функції зустрічається в темі «Корінь  $n$ -го степеня. Арифметичний корінь  $n$ -го степеня» та використовується для розв'язання степеневих рівнянь та деяких числових виразів з коренями.

Продемонстровані вище поняття дають можливість перейти до вивчення функції виду  $y = \sqrt[n]{x}$  та її графіка, ірраціональних рівнянь та нерівностей.

Далі учні переходять до вивчення узагальнених видів степеневі функції в курсі старшої школи. Проте перед цим вони мають узагальнити деякі знання про степінь, а саме поняття степеня з раціональним показником та його властивості, пригадати основні способи роботи з такими виразами.

Маючи певну базу знань можна переходити безпосередньо до степеневих функцій. В підручнику степеневі функції розглядаються в залежності від показника степеня..

Степеневою функцією називається функція виду  $y = x^p$ , де  $p$  – натуральне число, а  $x$  – основа.

Розглянемо графіки функцій відносно  $p$ .

Якщо  $p = 2k$ , де  $k \in N$ , графіком даної функції буде парабола, залежно від критеріїв її графік буде змінюватись.

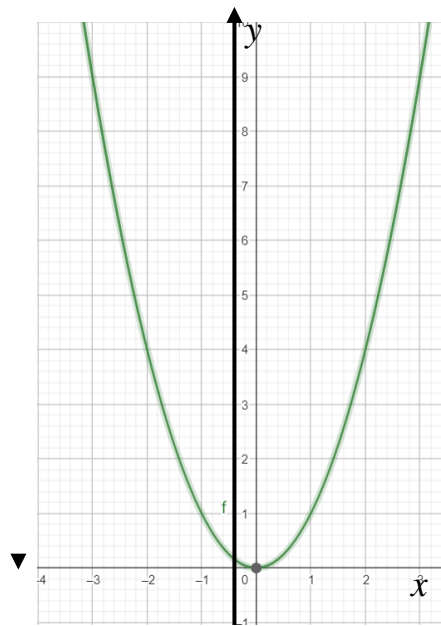


Рис. 1.4

Якщо  $p = 2k + 1$ , де  $k \in N$ , графіком даної функції буде кубічна парабола.

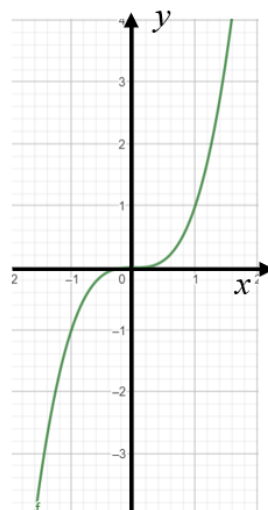


Рис.1.5

Якщо  $p = -(2k)$ , де  $k \in \mathbb{N}$ , то отримаємо наступний графік:

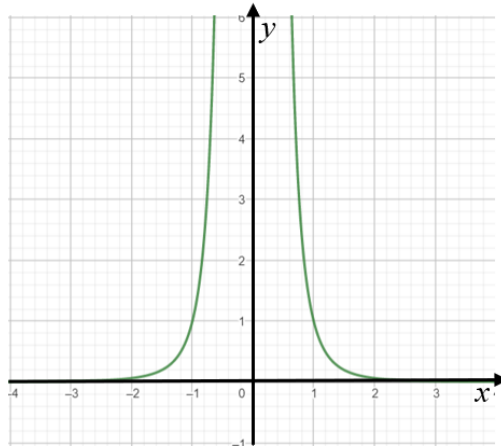


Рис. 1.6

Якщо  $p = -(2k - 1)$ , де  $k \in \mathbb{N}$ , отримаємо графік:

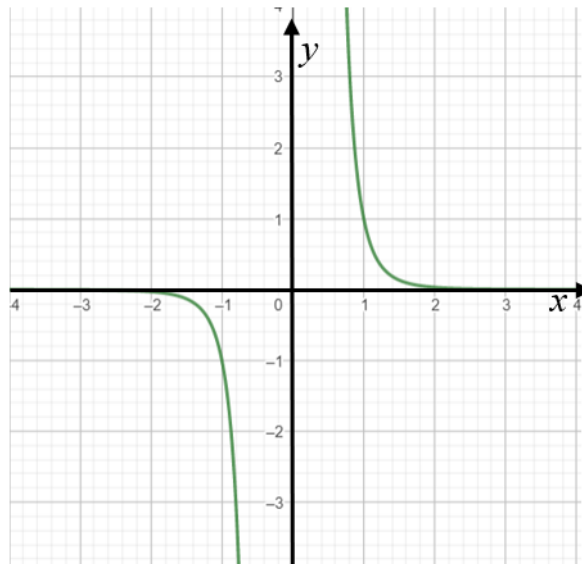


Рис. 1.7

Якщо  $p > 0$ ,  $p$  – неціле,  $0 < p < 1$

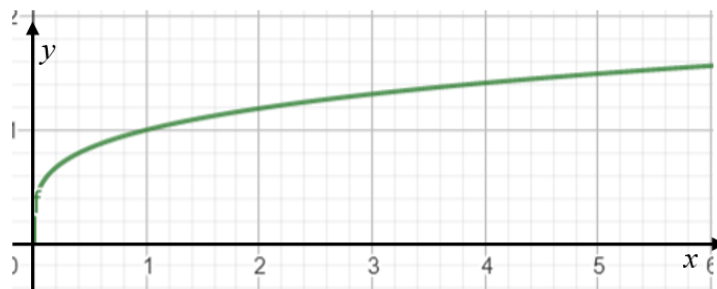


Рис.1.8

Якщо  $p > 0$ ,  $p$  – не ціле,  $p > 1$

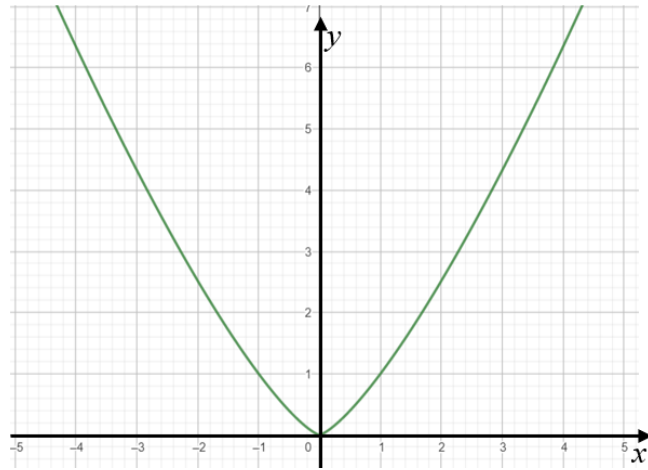


Рис.1.9

Якщо  $p < 0$ ,  $p$  – неціле

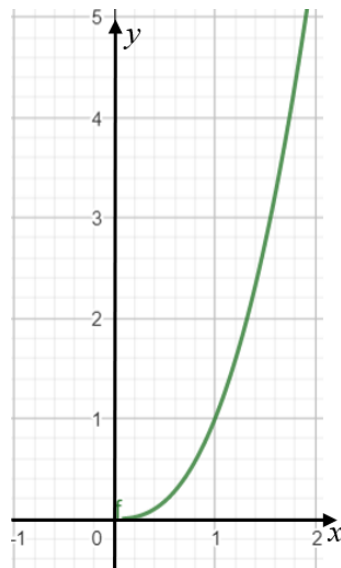


Рис.1.10

Вимоги до знань, навичок, умінь учнів за програмою 10-11 класу (за новим Державним стандартом) розглянемо в таблиці 1.1 [38].

### Логіко-математичний аналіз теоретичного матеріалу

В представленій темі учні знайомляться з такими *новими поняттями*: найбільше та найменше значення функції, парні та непарні функції, степеневі функції з натуральним показником, степеневі функції з цілим показником.

Також виокремимо *базові поняття*: функція; аргумент; область визначення; множина значень; нулі функції; проміжки зростання; проміжки спадання; степінь; цілий від’ємний степінь.



Таблиця 1.1

Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів	Зміст навчального матеріалу
<b>Тема 1. ФУНКЦІЇ, ЇХНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ГРАФІКИ, 15годин</b>	
<p><b>Учень/учениця:</b>  <b>користується</b> різними способами задання функцій;  <b>знаходить</b> область визначення функціональних залежностей; значення функцій при заданих значеннях аргументу і значення аргументу, за яких функція набуває даного значення;  <b>встановлює</b> за графіком функції її основні властивості;  <b>встановлює</b> властивості функцій;  <b>обчислює та порівнює</b> значення виразів, які містять степені з раціональними показниками, корені;  <b>розпізнає та схематично зображує</b> графіки степеневих функцій;  <b>моделює</b> реальні процеси за допомогою степеневих функцій.</p>	<p>Числові функції та їх властивості. Способи задання функцій. Парні та непарні функції.  Корінь <math>n</math>-го степеня. Арифметичний корінь <math>n</math>-го степеня, його властивості.  Степінь з раціональним показником, та його властивості  Степеневі функції, їхні властивості та графіки.</p>

В даній темі можна виділити такі *нові факти*: властивості степеня з раціональним показником; властивості кореня  $n$ -го степеня.

*Базовими фактами* для вивчення є: властивості степеня; поняття функції, графіка та області визначення функції; основні елементарні функції, їх графіки та властивості; властивості кореня.

Учні мають оволодіти такими *новими способами діяльності*: розв'язання степеневої функції, рівняння залежно від показника; дослідження функції на парність та непарність; дослідження функції на найбільше та найменше значення.

Для успішного оволодіння новими поняттями учням необхідні *базові способи діяльності*: побудова графіка; перетворення графіків функцій; знаходження області визначення та значень функції; знаходження нулів функції; знаходження значення функції за відомим аргументом; дослідження властивостей функції; розв'язування рівнянь графічним методом; виконання

найпростіших перетворень графіка функції; дослідження властивостей функції за її графіком (визначення функції за її графіком, знаходження аргументу, функції; проміжків зростання та спадання функції і тд.).

Означення нових понять теми даються або описово, або конструктивно (табл. 1.2).

Таблиця 1.2.

**Логіко математичний аналіз формулювання означень нових понять  
теми**

Поняття	Формулювання означення	Вид означення, характерні властивості
Найбільше значення функції	Число $f(x_0)$ називають найбільшим значенням функції $f$ на множині $M \subset D(f)$ , якщо існує таке число $x_0 \in M$ , що для всіх $x \in M$ виконується нерівність $f(x_0) \geq f(x)$ .	Описове означення
Найменше значення функції	Число $f(x_0)$ називають найменшим значенням функції $f$ на множині $M \subset D(f)$ , якщо існує таке число $x_0 \in M$ , що для всіх $x \in M$ виконується нерівність $f(x_0) \leq f(x)$ .	Описове означення
Парні функції	Функцію $f$ називають парною, якщо для будь-якого $x$ із області визначення виконується рівність $f(-x) = f(x)$ .	Описове означення
Непарні функції	Функцію $f$ називають непарною, якщо для будь-якого $x$ із області визначення виконується рівність $f(-x) = -f(x)$ .	Описове означення
Степеневі функції з натуральним показником	Функцію $y = x^n, n \in N$ , називають степеневою функцією з натуральним показником.	Описове означення
Степеневі функції з цілим показником	Функцію $y = x^n$ , де $n \in Z$ , називають степеневою функцією із цілим показником.	Формульне означення

В підручнику запропоновані різні завдання для степеневої функції, найбільшу частину займають типові завдання. Розглянемо за підручником профільного рівня авторів О. С. Істер та О. В. Єргіна [18].

Таблиця 1.3.

## Орієнтовна будова системи вправ для введення нового поняття

Види вправ	Номер з підручника					
	Найбільше значення функції	Найменше значення функції	Парні функції	Непарні функції	Степеневі функції з натуральним показником	Степеневі функції з цілим показником
Вправи, що забезпечують актуалізацію та повторення базових знань та умінь	2.38	2.38	2.39-2.40	2.39-2.40	15.57-15.58	15.57-15.58
Вправи, спрямовані на виокремлення суттєвих властивостей та побудову об'єктів, які мають ці властивості	3.1-3.4	3.1-3.4	3.5-3.6	3.5-3.6	16.1-16.5; 16.20-16.24	16.1-16.5; 16.20-16.24
Вправи, на базі яких відбувається ілюстрація поняття, що вводиться	3.7	3.7	3.15-3.16	3.17-3.18	16.14-16.15; 16.16-16.17	16.14-16.15; 16.16-16.17
Вправи для забезпечення розпізнавання об'єктів, що входять до обсягу нового поняття	3.30-3.31	3.30-3.31	3.19	3.19	16.4-16.5; 16.12-16.13; 16.18-16.19	16.4-16.5; 16.12-16.13; 16.18-16.19
Вправи, спрямовані на забезпечення розуміння і засвоєння тексту означення	3.39-3.40	3.39-3.40	3.25-3.29	3.25-3.29	16.34-16.35	16.34-16.35

Степеневі функції пронизують весь курс вивчення шкільної математики.

В старшій школі в курсі алгебри та початків аналізу учні узагальнюють та розширюють свої знання про степеневі функції та їх властивості.

### 1.3. Цілі навчання і основні вимоги до знань і вмінь учнів з теми «Степеневі функції»

Цілі навчання є важливою частиною вивчення теми, оскільки вони чітко повідомляють про, що йтиметься в навчальних матеріалах. Навчальні цілі, які були сформовані перед вивченням матеріалу чітко та лаконічно сприяють їх досягненню і навпаки – абстрактність демотивує учнів та розчаровує; не дає відчуття розуміння, що очікувати від курсу.

Поняття функції в математиці є основоположним. Більшість понять алгебри та геометрії трактуються на основі функцій та функціональної залежності.

Властивості функцій використовують не тільки при дослідженні функцій, а й для розв'язання рівняння. Як приклад, розв'язування нерівностей, рівнянь та їх систем можна ототожнювати з областю значень функції для правої та лівої частини функцій. В результаті можемо отримати порожню множину або одну спільну точку. З отриманого робимо висновок про розв'язок рівняння чи нерівності.

Розв'язуючи задачі з параметром доцільно використовувати побудову графіків функцій, які розглядаються в завданні. Побудову графіків застосовують до розв'язування задач, рівнянь та нерівностей.

Функція трактує собою не лише математичне, а й культурне та світоглядне значення. Функція – це модель більшості реальних процесів, наприклад залежність всіх процесів від часу. В свою чергу дослідження явищ навколишнього світу можна реалізувати через функцію.

В результаті засвоєння теми «Степеневі функції» в учнів мають бути сформовані уміння використовувати описові, графічні та символічні мови математики. Окрім цього, взаємозв'язок функції з іншими науками дозволяє продемонструвати вагому роль математики в повсякденності.

Традиційно цілі навчання можна розподілити на три взаємопов'язані групи:

- 1) навчальні;
- 2) розвивальні;
- 3) виховні.

Загалом всі задачі освіти реалізуються в єдності на уроці та загалом в програмі вивчення математики. Правильно поставлені цілі до уроку допомагають вчителю раціонально розподілити час, розділити матеріал на основний та другорядний. Основні цілі мають бути визначені таким чином: 1) передавати учням певну систему математичних знань та допомагати нею оволодіти; 2) формувати в учнів уміння застосовувати набуті знання до практичних та прикладних задач.

Отже, з точки зору розвиваючих цілей вивчення теми, можемо зробити висновок, що вивчення функції сприяє функціональному мисленню, роботі з абстрактними матеріалами та аналітичною роботою.

Готуючись до уроку вчитель визначає цілі до уроку та обов'язково має їх зазначити в конспекті. Навчальні цілі мають чітко відображати вимоги:

- яким обсягом знань, умінь та навичок має оволодіти учень під час уроку;
- рівень оволодіння матеріалу;
- застосування вивченого.

Розглянемо фрагмент конспекту уроку, з визначеними цілями.

Тема: Степеневі функції та її властивості

Тип: засвоєння нових знань

Цілі:

- вивчити означення степеневі функції;
- ознайомитись з властивостями степеневих функцій та навчитись їх застосовувати до розв'язування рівнянь;
- вдосконалити вміння будувати точні та акуратні ескізи графіків.

Вперше зі степеневою функцією учні зустрічаються у 8 класі, вивчаючи функцію виду  $y = x^2$ . Отже, перед учнями доцільно поставити такі цілі:

- повторити поняття: функція, аргумент; область визначення область значень функції; нуль функції;
- навчитись: будувати графік функції  $y = x^2$  та досліджувати його; розв'язувати графічно рівняння.

Наступним видом функції є квадратична функція. Цілі:

- повторити та узагальнити: попередні знання учнів про функцію та її властивості;
- навчитись будувати графіки виду:  $y = kf(x)$ ,  $y = f(x) + b$ ,  $y = f(x + a)$ ;
- вивчите поняття квадратичної функції та її властивостей;
- набудете вміння застосовувати властивості квадратичної функції.

Досягнувши цілей поставлених перед учнями в середній школі, можемо переходити до узагальнення та більш широкого вивчення степеневі функції.

При вивчення теми учні мають досягти таких цілей:

- вивчити поняття парна та непарна функція, мінімум та максимум функції;
- ознайомитись: з поняттям степеневі функції з цілим та натуральним показником та їх властивостями;
- навчитись будувати схеми всіх степеневих функцій;
- вміти застосовувати властивості степеневих функцій;
- за заданим значенням аргументу знаходити функції та виконувати обернену дію;
- аналізувати графіки функцій для визначення її властивостей (область визначення та значень функції, нуль функції, проміжки знакосталості, монотонність, максимум та мінімум функції);
- визначати за графіком вид функції;
- аналізувати використовуючи графіки та залежності величин функції по відношенню до предметних задач.

Окрім цього маємо підтримувати цілі, які ставлять для вивчення шкільного курсу математики:

- розвивати та вдосконалювати навички колективної та самостійної роботи;

- вчитись точно та акуратно будувати ескізи графіків.

В кінці вивчення теми «Степеневі функції», в шкільному курсі математики учні мають на відповідному рівні [29]:

- знати: систему понять функцій; елементи функціональних залежностей; функціональну символіку;
- вміти: застосовувати поняття та функціональні позначення; будувати графіки функцій, аналізувати, застосовувати функціонально-графічні залежності до розв'язування задач.

Основні вимоги до знань і вмінь учнів з теми можна розподілити за рівнем навчальних досягнень [23]:

Перший – початковий рівень. На цьому рівні учні мають фрагментарно відтворювати початкові уявлення про функцію.

Наприклад:

- учень може відрізнити степеневу функцію від інших виразів;
- визначати властивості функції, такі як область визначення, множина значень функції.

Другий рівень – середній рівень. Учень відтворює фрагменти, які є початковими уявленнями про предмет.

Тобто учень може відтворити поняття функції та її властивостей, будує графік функції та виконує аналіз функції.

Третій рівень – достатній рівень. Учень відрізняє функції з натуральним та цілим показником, будує графік функції, аналізує його, досліджує його властивості, знаходить точки через, які проходить графік функції, обчислює значення функції, при відомому значенні аргументу.

Четвертий рівень – високий. Учень має міцні знання з теми степеневі функції, та використовує їх в практичній діяльності, може застосовувати власні знання в нестандартних ситуаціях, в задачах підвищеної складності, самостійно аналізує та досліджує інформацію теми.

Для оцінки знань та вмінь учнів вчитель має використовувати певні форми оцінки: «малі форми оцінки», зауваження (усні або короткі письмові), оцінки [29].

«Малі форми оцінки» – це міміка, жести, зміна інтонацій голосу тощо. Зауваження можуть бути зроблені, як в усній формі під час виконання завдання, так і в письмовому вигляді (коментарі до роботи на дистанційній платформі, зауваження в щоденнику, зауваження до письмових та домашніх робіт). Оцінки, по 12-бальній шкалі, використовуючи, яку вчитель оцінює учнів. До даного оцінювання входять такі форми роботи: письмовий контроль (самостійна робота, картки з додатковими завданнями, тест), опитування( в усній або письмовій формі, фронтальне або індивідуальне).

Всі перераховані вище форми роботи можна комбінувати на уроках задля перевірки знань учнів та дослідженню їх пізнавальної діяльності. Також це дає можливість налагодити стійкий зворотній зв'язок в парі вчитель-учень.

Під час роботи на уроці можна застосовувати різні види контролю: самоконтроль, поточний, періодичний, тематичний, підсумковий тощо. Вибір виду контролю залежить від типу уроку та завдань поставлених перед ним.

## **Висновки до розділу 1**

Провівши аналіз наукової та навчально методичної літератури, можемо дійти висновку, що функція займає вагоме та провідне місце в навчальному процесі. Функція та безпосередньо степенева функція вивчається в курсі алгебри середньої школи та курсі алгебри та початків аналізу старшої школи.

Ідея функціональної залежності бере свій початок з давнини. Її ми можемо зустріти в перших математичних співвідношеннях між величинами такими як площа кола та його радіус. Надалі поняття функції розвивалось да досліджувалось такими вчениим: Франсуа Вієт, Рене Декарт, П'єр Ферма, Готфрід Вільгельм Лейбніц, Леонард Ейлер, Йоганн Петер Густав Лежен-Діріхле. Проведено аналіз робіт вище згаданих вчених та узагальнено



теоретичні відомості про становлення та розвиток поняття «степенева функція».

Досліджено структуру вивчення змістової лінії степеневі функції в шкільному курсі математики. Від лінійної функції, яка формує початкові уявлення в учнів про функцію та деякі її властивості до степеневих функцій, які узагальнюють всі здобуті учнями знання.

Розроблено логіко-математичний аналіз теми «Степеневі функції» за підручником Алгебра і початки аналізу авторства: О.С. Істер та О.В. Єргіної профільний рівень. В результаті якого ми розглянули основні теоретичні відомості та відслідкували змістову лінію вивчення степеневої функції в шкільному курсі математики з 7 по 11 класи та узагальнили ці відомості. Систематизували знання про степеневу функцію та їх властивості в курсі середньої та старшої школи.

Цілі є ваговою складовою навчального процесу. Сформовані на початку уроку цілі, дають учням чітке розуміння, що вони будуть вивчати та який кінцевий результат отримають. Це сприяє засвоєнню знань і вмінь учнів та розвиває їх пізнавальний інтерес.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «СТЕПЕНЕВА ФУНКЦІЯ» В КУРСІ АЛГЕБРИ СТАРШОЇ ШКОЛИ

### 2.1 Форми, методи і засоби вивчення теми «Степеневі функції»

Розглянемо форми роботи та їх застосування до теми «Степеневі функції».

Форми роботи:

- за кількістю учнів: групи, мікрогрупи, колективні форми, масові та індивідуальні;
- за місцем навчання: урок, робота на дослідній платформі;
- за часом навчання: факультативи, гуртки, конкурси, олімпіади;
- за метою: лекція, конференція, семінар, консультація, практикум;
- за тривалістю часу: урок, спарені уроки. [37]

Урок вивчення нових знань варто подати, як урок-лекції. Зазвичай це один-два уроки, для того, щоб викласти весь теоретичний матеріал теми. На таких уроках переважатимуть, усні вправи, бесіди, дискусії проблемні завдання, які дають можливість вчителю з'ясувати рівень засвоєння матеріалу. Для досягнення результату на необхідному рівні в кінці лекції необхідно провести підсумок отриманих знань, наприклад в формі усного опитування. Також на такого типу уроках розглядаються типові завдання.

З метою покращення сприймання матеріалу та розвантаження учнів, на таких уроках доцільно використовувати ІКТ, різноманітні дидактичні матеріали, або навіть розробити певну узагальнюючу схему чи таблицю разом з учнями в кінці лекції.

Розглянемо фрагмент уроку:

5. Вивчення нового матеріалу (Додатки А).

Діяльність вчителя:

Вчитель за завчасно складеним планом подає учням систематизовані відомості про степеневу функцію також доцільно використати дидактичні матеріали для кращого засвоєння.

План.

1. Означення степеневі функції.
2. Властивості та графік функції  $y = x^p$ , де  $p$ - натуральне парне та не парне число .
3. Властивості та графік функції  $y = x^p$ , де  $p$  – ціле від'ємне число
4. Властивості та графік функції  $y = x^p$ , де  $p$

Розповідь вчителя супроводжується слайдами презентації та демонстраційними матеріалами.

Діяльність учнів:

Слухають розповідь вчителя, конспектують головне.

Для уроку формування навичок та вмінь учнів на етапі самостійного застосування нових знань у стандартних ситуаціях можна використати роботу в парах або групах.

Діяльність вчителя:

Учні об'єднані по парам або мікрогрупам та виконують завдання:

- 1) Побудуйте графік функцій:  $y = -x^3$  та  $y = x^{-4}$ .
- 2) Створити порівняльну таблицю властивостей функцій за

такими критеріями:

- область визначення та область значень функцій
- нулі функції
- парність функцій
- проміжки зростання та спадання функцій для кожної функції.

Діяльність учнів:

Графік  $y = -x^3$

Таблиця 2.1

$x$	0	1	2	3	-1	-2	-3
$y$	0	-1	-8	-27	1	8	27

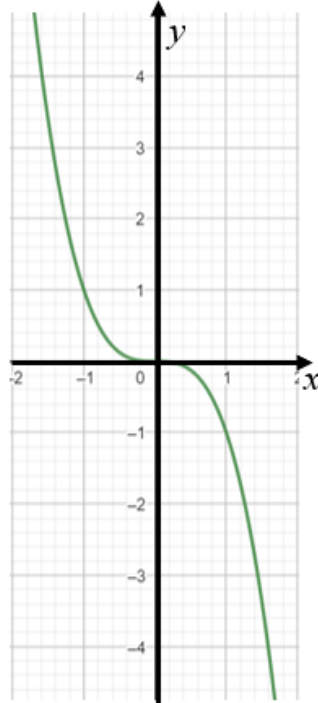


Рис. 2.1

Графік  $y = x^{-4}$

Перетворимо спочатку графік  $y = \frac{1}{x^4}$

Таблиця 2.2

$x$	1	2	3	-1	-2	-3
$y$	1	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{81}$	1	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{81}$

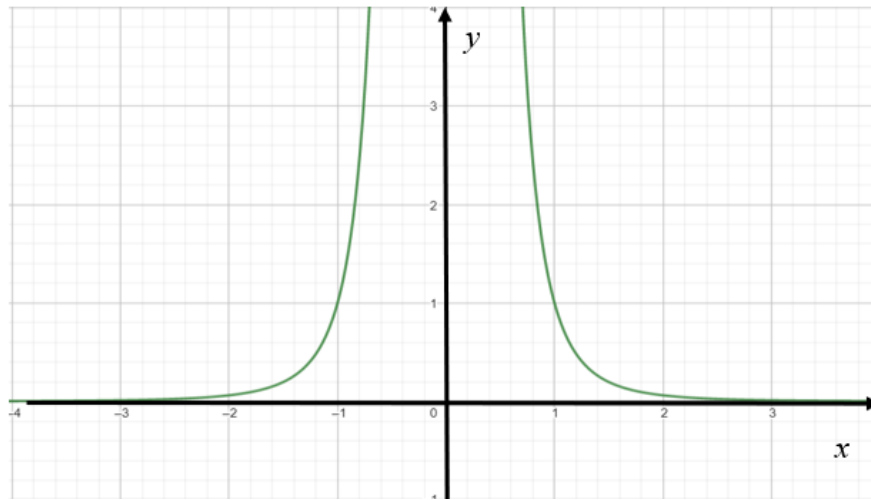


Рис. 2.2

Таблиця 2.3

## Порівняльна таблиця графіків функцій

	$y = -x^3$	$y = x^{-3}$
Область визначення	$\mathbb{R}$	$(-\infty; +\infty)$
Область значень функцій	$\mathbb{R}$	$(0; +\infty)$
Нулі функції	$x = 0$	-
Парність функцій	непарна	парна
Проміжки зростання функції	-	спадає на проміжку $(-\infty; 0)$
Проміжки спадання функції	$(-\infty; +\infty)$	спадає на проміжку $(0; +\infty)$

Урок практичних занять є основним видом для активної самостійної та дослідницької роботи учнів. На початку проводиться актуалізація опорних знань, які учні отримали на попередніх уроках, пригадуються основні схеми розв'язування завдань та типові приклади. На даному типі уроків учні закріплюють вміння розв'язувати типові задачі на різних рівнях, розв'язують систему вправ з підручника. Часто використовують навчальні картки для того, щоб задіяти на уроці максимально всіх учнів.

Уроки-семінари використовують для повторення, розширення та поглиблення, узагальнення знань учнів з теми. Семінар потребує відповідної

організації, а саме повідомити учням про форму такого заняття не менше ніж за два тижні. Оскільки учні мають підготуватись по питанням, які будуть висвітлені на семінарі, методи які будуть використовуватись та можливо перелік певних нестандартних задач.

Семінарське заняття з теми «Степеневі функції» можна провести за таким планом:

1. Основні поняття та властивості степеневі функції.
2. Дослідження та побудова графіків функцій з використанням комп'ютерних технологій.
3. Презентація проєктів.

Розглянемо класифікацію методів:

- активні методи навчання: дискусія, мозковий штурм, практикум, рольова гра, тренінг, ділова гра;
- пасивні методи навчання: методи, коли задіяні лише процеси сприймання, пам'яті й уваги;
- традиційні методи навчання: словесні; наочні; практичні; самостійні; контрольні методи [50].

*Фрагмент уроку: «Степеневі функції».*

Актуалізація опорних знань – «Мозковий штурм»:

1. Сформулюйте означення степеневі функції.
2. Назвіть способи задання степеневі функції.
3. Яку функцію називають зростаючою/спадною ?
4. Що називають графіком функції ?
5. Оберіть серед запропонованих степеневі функції. Чи всі функції мають розв'язки ? Чому ?

$$1) y = 5x + 2;$$

$$4) y = a^2 + 3a + 5;$$

$$2) y = 5x^3;$$

$$5) y = 27a^{-\frac{1}{3}};$$

$$3) y = \sqrt{12 - 5x};$$



Варіанти відповідей:

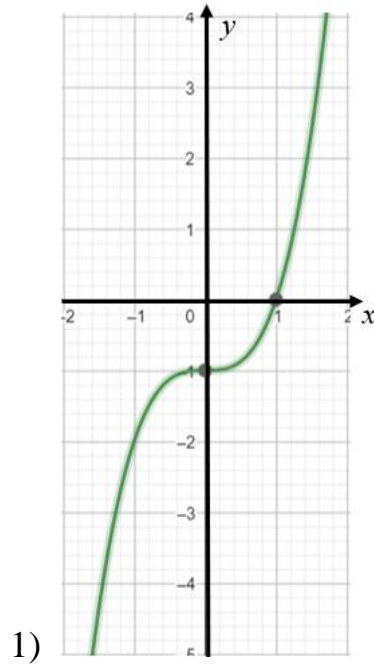


Рис.2.5

2)  $y = x^4 + 2$

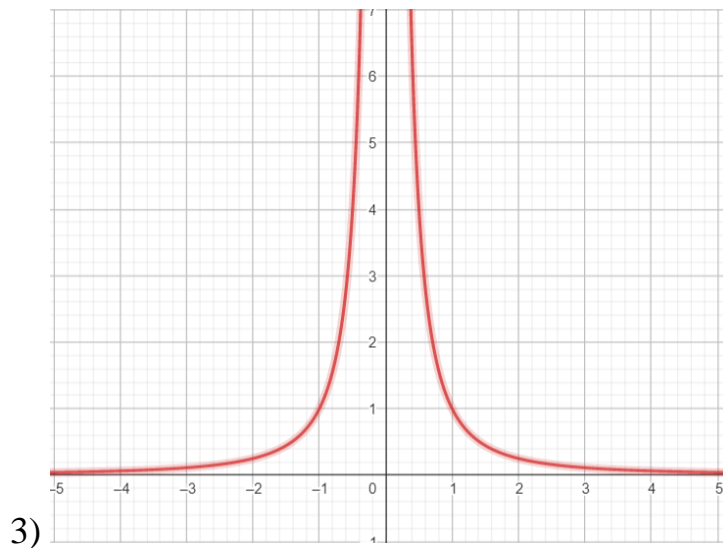


Рис.2.6

4)  $y = -x^4$ .

Фрагмент нестандартного уроку – урок-подорож (Додатки Б)..

**I. Актуалізація опорних знань – вправа «Валіза».**

Збираємо валізу в подорож, для цього потрібно назвати поняття та дати йому визначення:



Область визначення функції; аргумент; функція; степеневі функції з натуральним показником; степеневі функції з цілим показником; нулі функції; графік функції; проміжки зростання та спадання функції.

**II. Відтворення та узагальнення понять і засвоєння відповідної їм системи знань.**

Вирушаємо на вокзал за квитком. В касі приймають незвичну плату, квиток коштує 5 влучань.

Група 1:

1)  $y = x^{\frac{5}{3}}$

2)  $y = x^{-5}$

3)  $y = x^4$

4)  $y = x^{-\frac{3}{2}}$

5)  $y = x^{-5}$

Група 2:

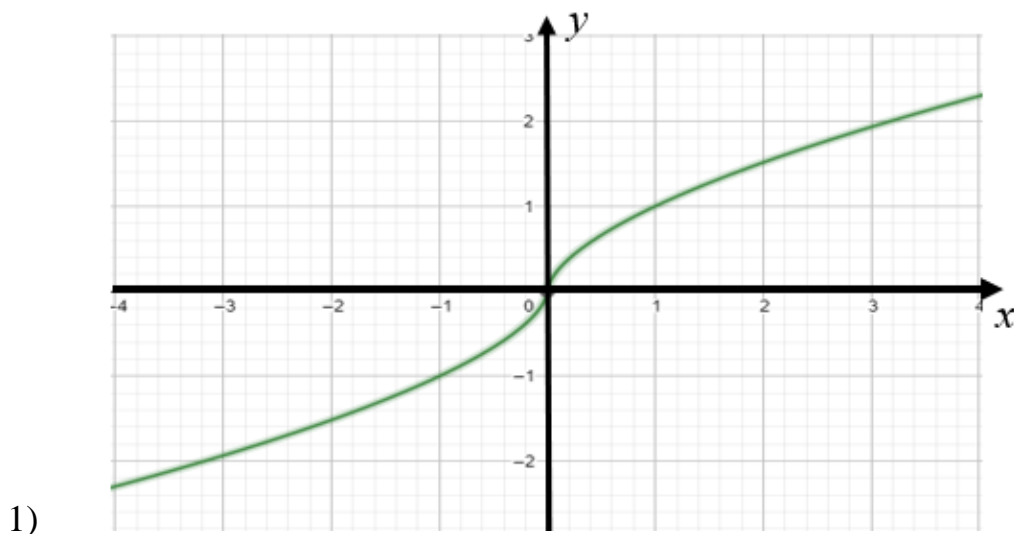
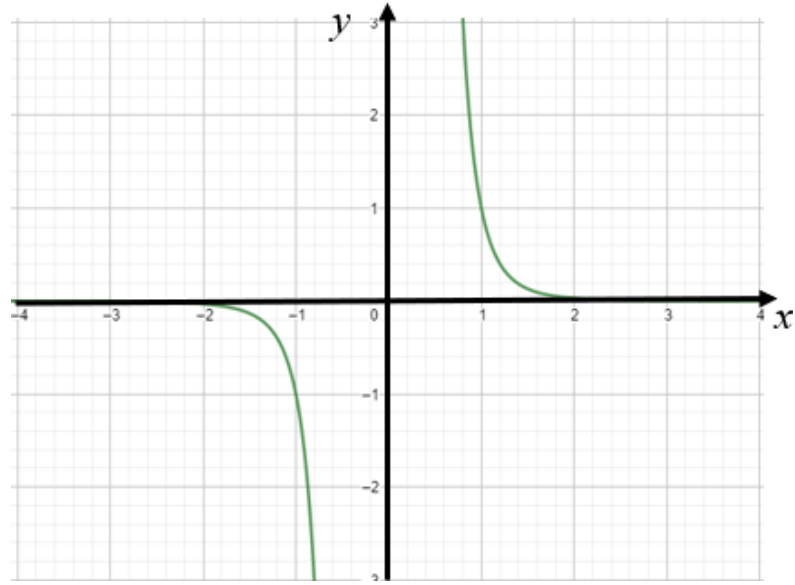
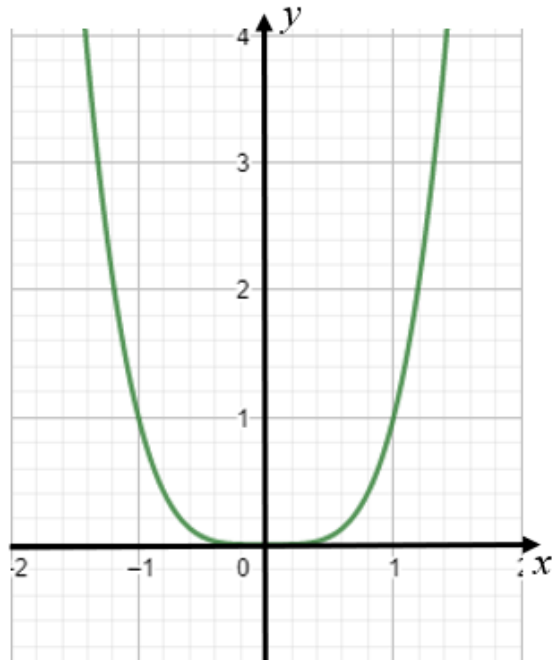


Рис.2.7



2)

Рис.2.8



3)

Рис.2.9

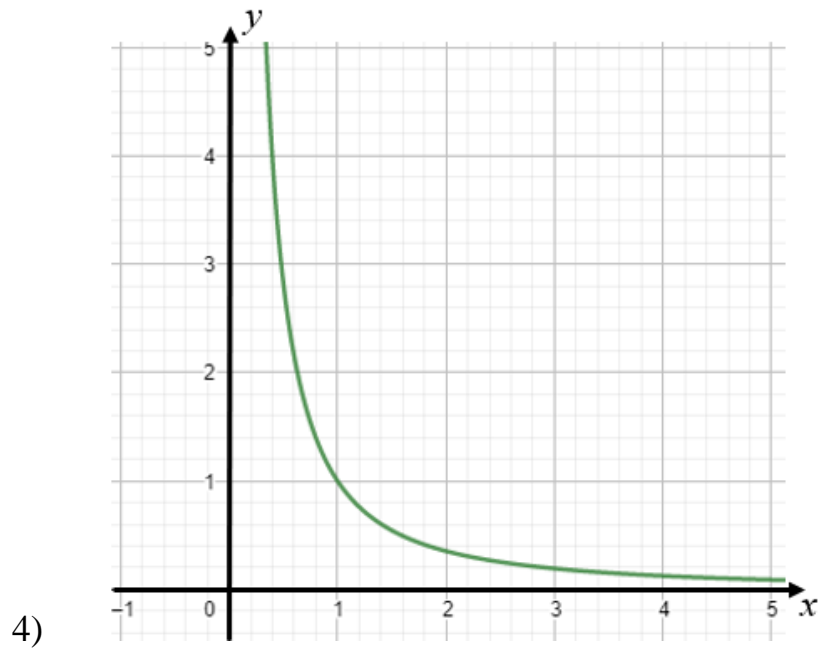


Рис.2.10

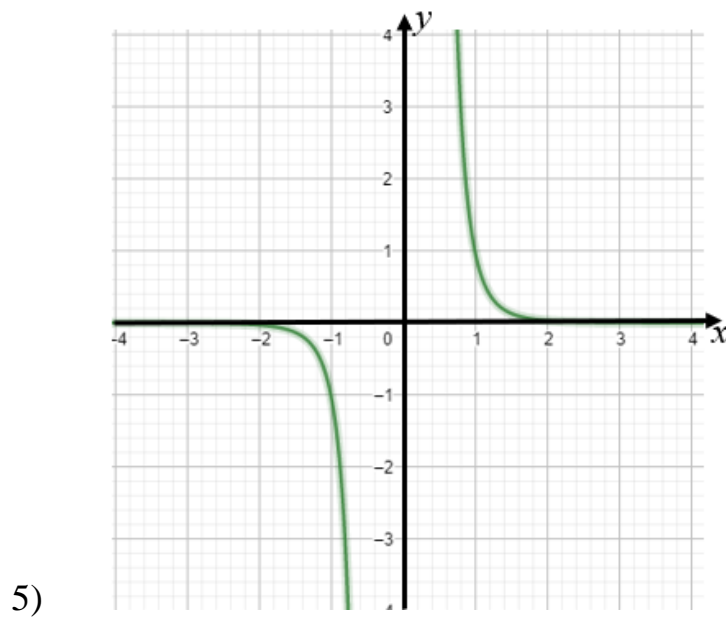


Рис.2.11

Квиток придбано! Вирушаємо на пошуки пригод, але спочатку маємо знайти наш потяг.

Вправа – «Навігатор»

Оберіть правильно чи ні обчислено вираз та за підказками рухайтесь до потяга.

$$\sqrt[9]{a^9} = a$$

+ від входу рухайся направо

$$\sqrt[4]{k^4} = k$$

$$\sqrt[7]{\sqrt[5]{b}} = \sqrt[12]{b}$$

$$8^{-\frac{1}{3}} = 2$$

-від входу рухайся наліво

+спускайся сходами

-підіймайся сходами

+рухайся прямо 10 кроків

-10 кроків наліво

+поверни праворуч

-поверни ліворуч

Якщо ти відповів на всі питання вірно, зараз перед тобою потяг. Скоріше займай своє місце та вирушай в точку призначення.

### III. Узагальнення та систематизація основних теоретичних положень

Ми приїхали до Києва. Вирушаємо у подорож визначними місцями.

Вправа 1 (робота в групах). Побудуйте графік функції:

$$1) y = \sqrt[4]{x + 3};$$

$$2) y = \sqrt[4]{|x|};$$

$$3) y = \sqrt[3]{x - 2} - 3.$$

Учні об'єднані в три мікрогрупи. Учні будують графік відповідної функції та досліджують певні її властивості:

-графік;

-область визначення;

-множина значень;

-парність;

-проміжки зростання та спадання.

### IV. Підсумок уроку – вправа «Смайлик»

Оберіть настрій Вашої подорожі:

1) Гарний – мені все було зрозуміло;

2) Добре – дещо потрібно уточнити;

3) Поганий – потрібна консультація.

### V. Домашнє завдання – зупинка «Дім».

Сьогодні наша подорож добігає кінця.

- Повторити властивості степеневі функції, використовуючи таблицю та §5 підручника
- Виконати: № 6.16; 6.19.
- Дослідити, де зустрічаються степеневі функції та, які саме.

Розглянемо деякі засоби навчання: діяльність вчителя, навчально-методичні матеріали, технічні засоби навчання.

Важливу частину навчання як дистанційно так і очно займають ІКТ.

При вивченні степеневі функції можна проводити бінарний урок поєднуючи – інформатику та математику.

Наприклад:

1. Побудуйте графіки функцій в одній системі координат:

$$y = x^8 \text{ та } y = x^{-2}$$

Якщо Ви вірно виконали завдання, маєте отримати такі графіки:

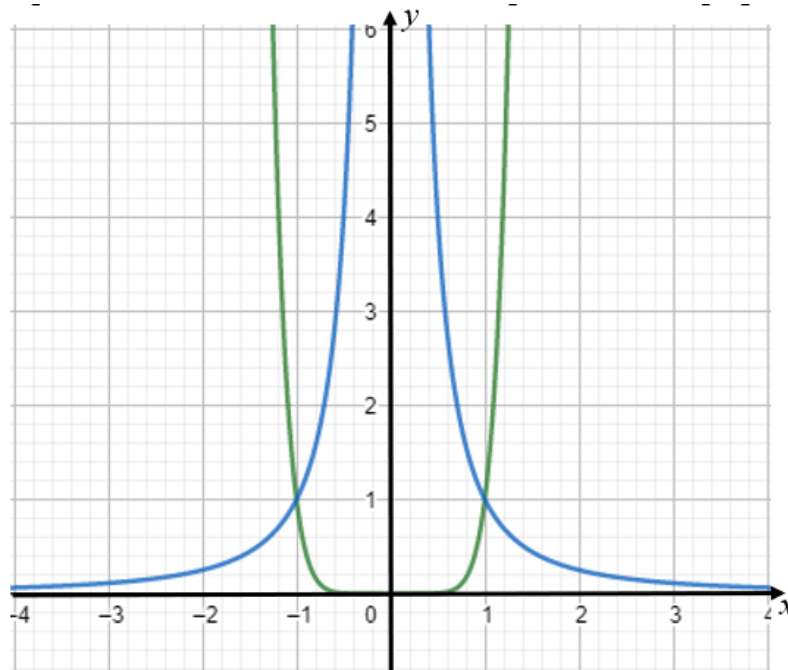


Рис.2.12

2. Розв'яжіть графічно рівняння: 1)  $\sqrt[8]{x^8} = x + 8$ ; 2)  $2\sqrt[4]{x^4} = x + 3$ .

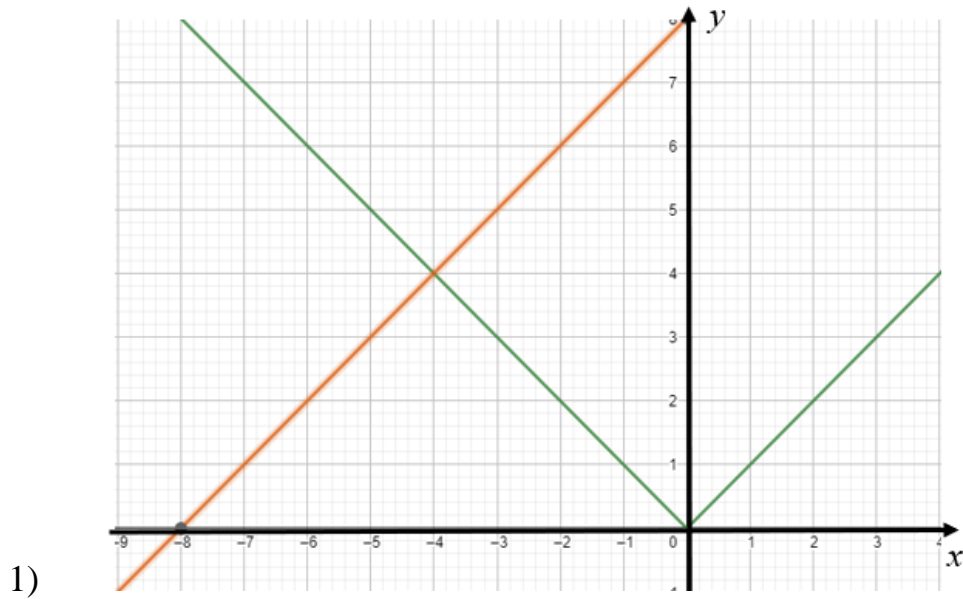


Рис.2.13

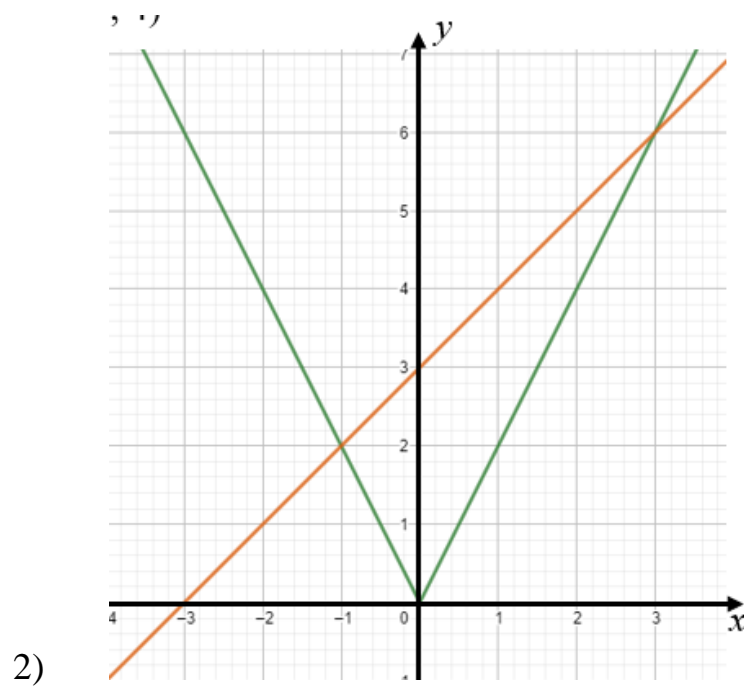
Відповідь.  $A(-4; 4)$ 

Рис.2.14

Відповідь.  $B(-1; 2)$ .

Завершальним етапом вивчення теми є урок узагальнення та систематизації знань. Для даного типу уроку доцільно використовувати засоби ІКТ, це дає можливість для кожного учня індивідуально відслідкувати та

підсумувати результати вивчення теми. Однією з форм роботи є інтерактивна вправа створена на сайті – <https://learningapps.org>

Розглянемо приклад вправи з теми степеневі функції. Завдання: «з'єднайте пару».

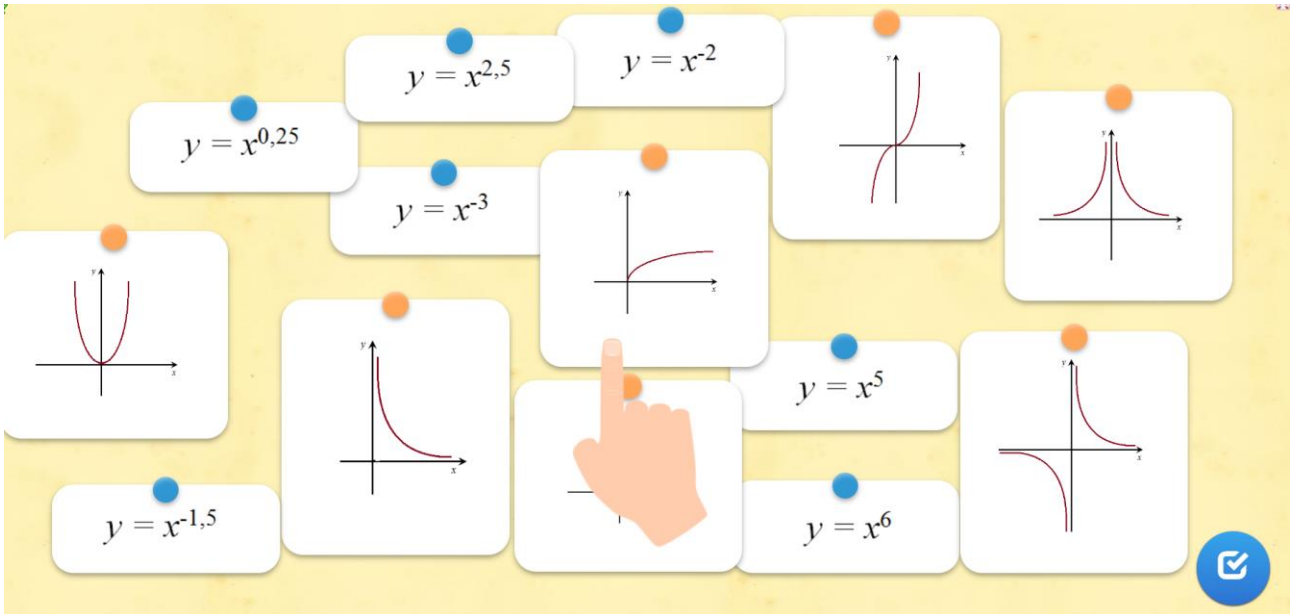


Рис.2.15. Вправа в додатку learningapps

Під час підготовки до уроку вчитель має обирати методи для роботи в залежності від типу уроку та поставлених цілей. Вдало підібрані або розроблені дидактичні матеріали, форми, методи та засоби до уроку сприяють розвитку в учнів інтересу до вивчення теми та мотивують до навчання. Для підтримки зацікавленості учнів та їх уваги на уроці необхідно змінювати види діяльності. Це можна реалізувати за рахунок використання ІКТ на уроках.

Правильне та доцільне застосування різних методів роботи на уроці забезпечує високий рівень знань учнів та розвиває творчість та пізнавальний інтерес.

## 2.2 Методичні рекомендації навчання теми «Степеневі функції» в курсі алгебри закладів середньої освіти

В середній школі на уроках математики функція є одним з основних понять. Починається вивчення даної теми з 7-9 класів, учні вивчають основні

поняття функції, їх види та властивості. Отже, перш ніж переходити до вивчення степеневих функції в старшій школі нам необхідно пригадати основні поняття з теми функції, та відомі вже нам функції.

Оскільки дана тема учням є вже знайомою урок варто будувати на основі самостійної роботи учнів. Тобто, це може бути урок семінар до якого учні підготуються завчасно чи урок рольова гра, учні можуть бути «вчителем» для аудиторії класу, тощо. Розглянуті вище форми роботи розвивають в учнів самостійність, пізнавальний інтерес та мотивацію до навчання. Розглянемо урок присвячений повторенню основних означень та властивостей.

Тема: Повторення й узагальнення відомостей про функцію за курс середньої школи.

Мета: повторити основні поняття теми функція: область визначення; область значень; аргумент функція; нулі функції; проміжки зростання та спадання функції; побудова графіка функції; способи задання функції; розвивати логічне мислення; виховувати наполегливість та культуру креслення.

Тип уроку: комбінований

Хід уроку

### **I. Організаційний момент.**

1. Перевірка наявності учнів у класі.
2. Перевірка готовності учнів до уроку.
3. Запис у зошитах дати уроку і теми.

### **II. Перевірка домашнього завдання.**

- 1) Дайте визначення поняттю функція.
- 2) Що називають областю визначення функції ?
- 3) Що називають областю значення функції ?
- 4) Що називають аргументом функції ?
- 5) Що буде графіком прямої пропорційності ?

### **III. Мотивація навчальної діяльності, повідомлення теми та мети уроку.**

Тема нашого уроку – «Повторення відомостей про функції за курс



середньої школи». Отже, ми з Вами маємо пригадати основні поняття та способи обчислень, які будемо використовувати для роботи зі степеневою функцією.

#### IV. Виконання вправ на закріплення

Завдання №1. Знайдіть область визначення таких функцій:

$$1) y = 5x + 6;$$

$$4) y = \frac{4+x}{x-5};$$

$$2) y = \frac{5}{x};$$

$$5) y = \sqrt{x-5};$$

$$3) y = \frac{10}{x^2-25};$$

$$6) y = \frac{14}{x^2+4};$$

$$7) y = \sqrt{x+5} + \sqrt{3-x}.$$

Завдання №2. Побудуйте графік функції:

$$1) y = (x-2)^2;$$

$$4) y = (x-3)^2 - 1;$$

$$2) y = 6 - \frac{1}{4}x;$$

$$5) y = \sqrt{x} - 4;$$

$$3) y = -2x;$$

$$6) y = -\frac{8}{x}.$$

Завдання №3. Дано функцію

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \leq -3 \\ 2x + 7, & \text{якщо } -3 < x \leq -1 \\ 2x^2 + 3, & \text{якщо } x > -1. \end{cases}$$

Знайдіть: 1)  $f(-3,01)$ ;  $f(-3)$ ;  $f(-2,5)$ ;  $f(0)$ .

Завдання №4. Чи є парною або непарною функція, задана формулою:

$$1) f(x) = 2x^2 - 3x^4$$

$$2) f(x) = \frac{4}{x+6}$$

$$3) f(x) = (x+1)^2 + (x-1)^2$$

$$4) f(x) = \frac{x+x^2}{x^3-x}$$

$$5) f(x) = x^2 - 2|x| - 3.$$

Завдання №5. При яких значеннях  $a$  функція  $y = -2x^2 - 3x + a$  набуває від'ємних значень при всіх дійсних значеннях  $x$  ?

#### V. Самостійне застосування учнями знань у стандартних ситуаціях

### Самостійна робота

1. Функцію задано формулою  $f(x) = \frac{x^2-5}{x^2-6x-16}$ . Знайдіть:

1)  $f(1)$ ; 2)  $f(3)$ ;

2. Дослідіть чи проходить графік функції  $y = x^{-3}$  через точки:

1)  $A(0;2)$ ; 2)  $B(1; -1)$ ; 3)  $C(2; \frac{1}{8})$ .

3. Побудуйте графік функції  $y = 2x^3$  та за графіком визначте:

1) нулі функції;

2) проміжки знакосталості;

3) проміжки зростання та спадання функції.

### IX. Підсумок роботи

1. Оцінювання роботи: підписані картки самоконтролю здаються учителю.

2. Рефлексія: вправа «Мікрофон»

3. На дошці зображується парасолька за допомогою парабол і прямої лінії.

«Нехай ця парасолька захищає вас від всяких негараздів»

Мені було приємно з вами працювати.

Дякую за співпрацю.

### X. Домашнє завдання

Провівши актуалізацію знань учнів степеневих функцій, можна переходити безпосередньо до вивчення узагальнених степеневих функцій. Для вивчення даної теми передбачається вивчення питань: узагальнення понять степінь та степінь з ірраціональним показником; розв'язування рівнянь та систем ірраціональних рівнянь; степеневі функції, графік та властивості степенєвої функції.

Досить часто природні процеси можна виразити залежність саме степенєвою функцією. Приклади таких залежностей варто включити до

вивчення даної функції, як варіант для ознайомлення з функцією так і дослідження прикладних задач при роботі зі степеневою функцією.

На даному етапі для зацікавлення учнів доцільно використати різну додаткову літературу або дослідити самостійно використання степеневої функції для вираження залежностей між величинами. Практичне значення математики завжди цікавило учнів тому дана мотивація має послугувати розвитку в учнів пошукових здібностей та зацікавленості до вивчення теми. Також можна винести як творче завдання застосування степеневих функцій в різних галузях.

В підручнику степеневі функції розподілена для вивчення в залежності від показника степеню. Починають вивчення функції з натурального степеню. Функція виду  $y = x^n$ ,  $n \in N$ , називається степеневою функцією з натуральним показником.

Дослідження властивостей функції потрібно проводити у двох напрямках:  $n$  – парне натуральне число та  $n$  – непарне натуральне число.

*Перший випадок:  $n = 2k, k \in N$*

Відома вже учням функція при  $k = 1$ , отримаємо функцію  $y = x^2$ , властивості та графік даної функції були розглянуті в межах 8 класу.

Оскільки при будь-якому  $x$  вираз  $x^{2k}$  набуває тільки невід'ємних значень, то область значень розглядуваної функції не містить жодного від'ємного числа.

Можна показати, що для будь-якого  $a \geq 0$  існує таке значення аргументу  $x$ , що  $x^{2k} = a$ .

Сказане означає, що областю значень функції  $y = x^n$ , де  $n$  – парне натуральне число, є множина  $[0; +\infty)$ .

*Якщо  $x \neq 0$ , то  $x^{2k} > 0$ .*

Отже, проміжки  $(-\infty; 0)$  і  $(0; +\infty)$  є проміжками знакосталості функції  $y = x^n$ , де  $n$  – парне натуральне число.

Функція  $y = x^n$ , де  $n$  – парне натуральне число, є парною. Справді, для будь-якого  $x$  із області визначення виконується рівність  $(-x)^{2k} = x^{2k}$ .

Розглянемо довільні числа  $x_1$  і  $x_2$  такі, що  $x_1 \in (-\infty; 0]$ ,  $x_2 \in (-\infty; 0]$  і  $x_1 < x_2$ . Тоді  $-x_1 > -x_2 \geq 0$ . Скориставшись властивістю числових нерівностей, отримуємо:  $(-x_1)^{2k} > (-x_2)^{2k}$ . Звідси  $x_1^{2k} > x_2^{2k}$ .

Отже, функція  $y = x^n$ , де  $n$  – парне натуральне число, спадає на проміжку  $(-\infty; 0]$ . Аналогічно можна показати, що ця функція зростає на проміжку  $[0; +\infty)$  [35].

З отриманих вище властивостей можемо зробити висновок про загальний вигляд графіка функції Рис. 2.15.

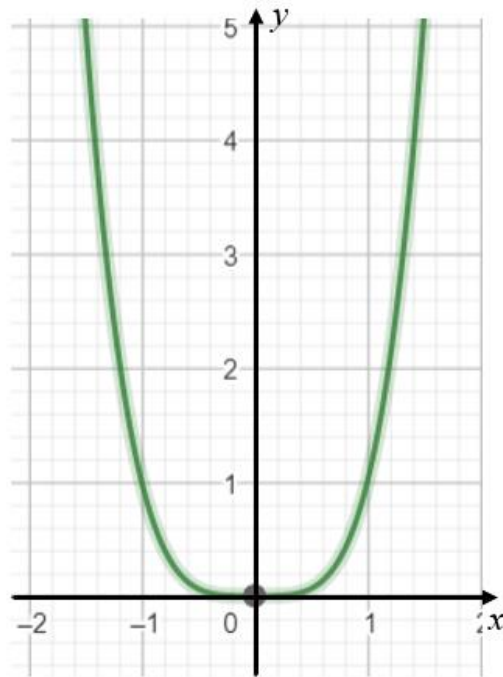


Рис. 2.15

Розглянемо фрагмент уроку на дослідження степеневої функції з натуральним показником  $n = 2k$ ,  $k \in \mathbb{N}$ .

Другий випадок:  $n = 2k + 1$ ,  $k \in \mathbb{N}$  або  $k = 0$ .

Зазначимо, що при  $n = 1$  отримуємо функцію  $y = x$ , властивості та графік якої було розглянуто в курсі алгебри 7 класу.

Тепер нехай  $n = 2k + 1$ ,  $k \in \mathbb{N}$ .

Можна показати, що для будь-якого  $a$  існує таке значення аргументу  $x$ , що  $x^{2k+1} = a$ .

Сказане означає, що областю значень функції  $y = x^n$ , де  $n$  – непарне натуральне число, є множина  $\mathbb{R}$ .

Якщо  $x < 0$ , то  $x^{2k+1} < 0$ ; якщо  $x > 0$ , то  $x^{2k+1} > 0$ .

Отже, проміжки  $(-\infty; 0)$  і  $(0; +\infty)$  є проміжками знакосталості функції  $y = x^n$ , де  $n$  – непарне натуральне число.

#### 4. Розв'язування вправ

№1. Функцію задано формулою  $f(x) = x^{21}$ . Порівняйте:

1)  $f(1,4)$  і  $f(1,8)$ ;

3)  $f(-6,9)$  і  $f(6,9)$ ;

2)  $f(-7,6)$  і  $f(-8,5)$ ;

4)  $f(0,2)$  і  $f(-12)$ .

Розв'язання

1)  $f(1,4) = 1,4^{21} < f(1,8) = 1,8^{21}$

Оскільки функція підноситься до степеню 21, можемо порівняти по основі, звідси робимо висновок, що  $1,4^{21} < 1,8^{21}$ .

2)  $f(-7,6) > f(-8,5)$

Оскільки функція підноситься до степеню 21 – непарний, та основи від'ємні, можемо порівняти по основі, звідси робимо висновок, що  $(-7,6)^{21} > (-8,5)^{21}$

3)  $f(-6,9)$  і  $f(6,9)$

Оскільки функція підноситься до степеню 21 – непарний, та основи мають різний знак, можемо порівняти по основі, звідси робимо висновок, що  $f(-6,9) < f(6,9)$ ;

4)  $f(0,2)$  і  $f(-12)$

Оскільки функція підноситься до степеню 21 – непарний, та основи мають різний знак, можемо порівняти по основі, звідси робимо висновок, що  $f(0,2) > f(-12)$

№2. Знайдіть точки перетину графіків функцій:

1)  $y = x^6$  та  $y = 2x^4$

2)  $y = x^4$  та  $y = -27x$ .

*Розв'язання*

1)  $y = x^6$  та  $y = 2x^4$

Як бачимо з графіка  $A(-1,4; 8)$  та  $B(1,4; 8)$

3)  $y = x^4$  та  $y = -27x$ .

Як бачимо з графіка  $A(0;0)$

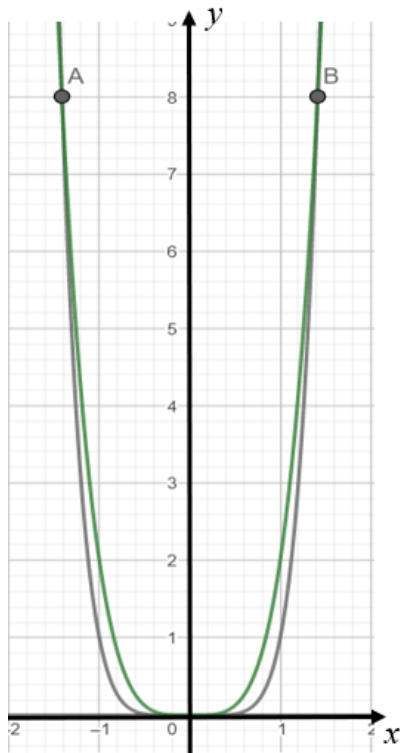


Рис.2.16

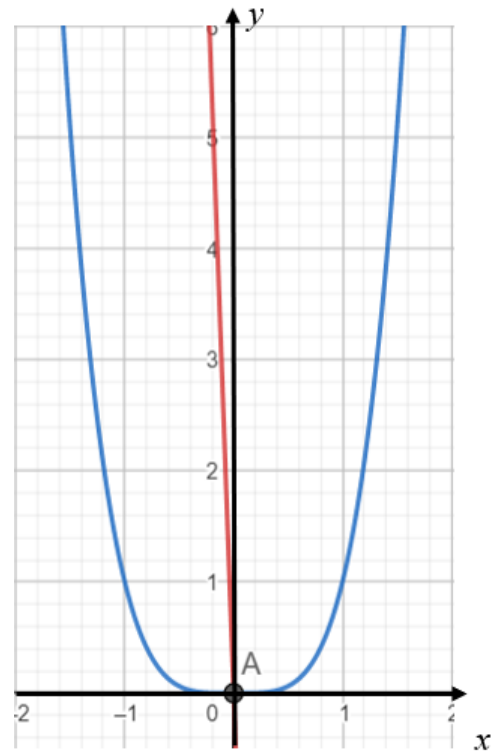


Рис.2.17

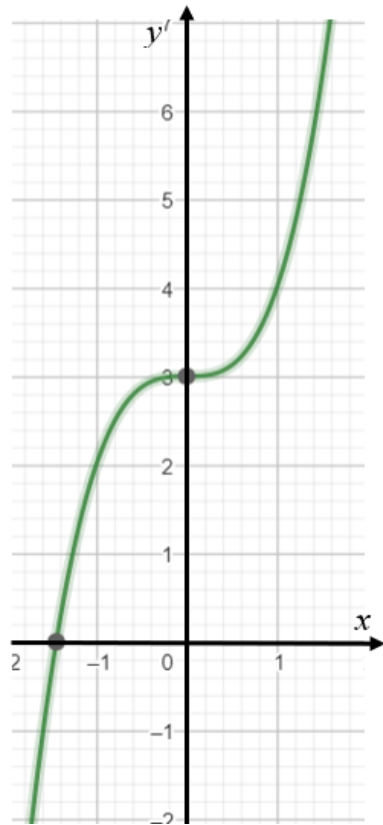
№3. Побудуйте графік функції:

1)  $y = x^3 + 3$ ;

2)  $y = x^4 + 2$ ;

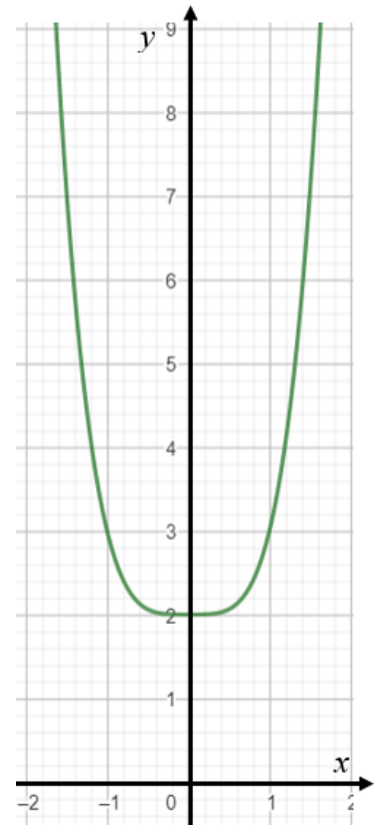
3)  $y = (x - 1)^4$ ;

4)  $y = \frac{1}{4}x^3$ .



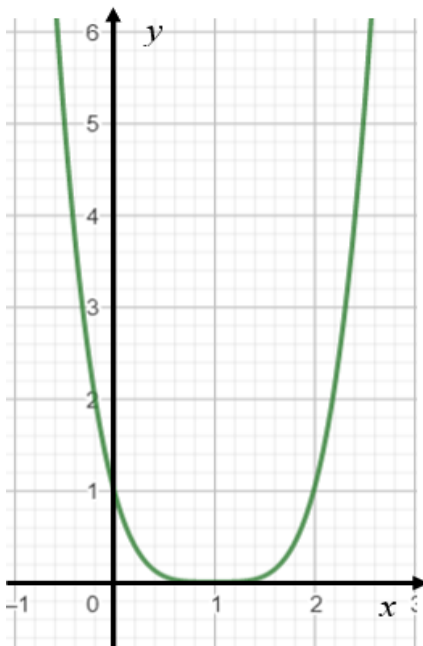
1)

Рис. 2.18



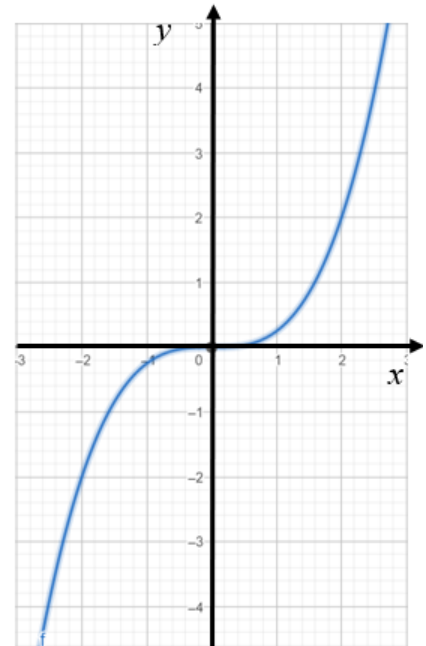
2)

Рис. 2.19



3)

Рис. 2.20



4)

Рис. 2.21

Функція  $y = x^n$ , де  $n$  – непарне натуральне число, є непарною. Справді, для будь-якого  $x$  із області визначення виконується рівність  $(-x)^{2k+1} = -x^{2k+1}$ .

Розглянемо довільні числа  $x_1$  і  $x_2$  такі, що  $x_1 < x_2$ . Скориставшись властивістю числових нерівностей, отримуємо:  $x_1^{2k+1} < x_2^{2k+1}$ .

Отже, функція  $y = x^n$ , де  $n$  – непарне натуральне число, є зростаючою. Отримані властивості дають змогу схематично зобразити графік функції

$y = x^n$ , де  $n$  – непарне натуральне число,  $n > 1$ .

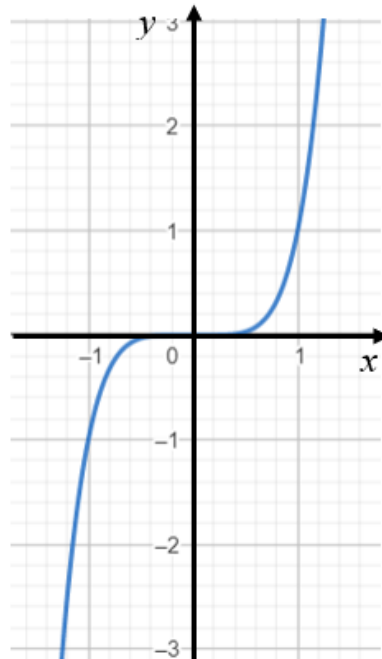


Рис.2.22

Для того, щоб учні засвоїли тему на відповідному рівні, потрібно запропонувати учням побудову графіків функцій з різними степенями для дослідження їх. В цьому випадку доцільно проводити бінарні уроки (поєднання математики та інформатики) для того, щоб учні могли використовувати додаткові ресурси для роботи на уроці. Це допоможе раціонально використати час на уроці та допоможе формуванню в учнів поняття графік функції.

Розв'язування вправ

№1. Скільки коренів має рівняння  $y = x^n = 1600$ , якщо:

- 1)  $n$  – парне натуральне число;
- 2)  $n$  – непарне натуральне число ?



## Розв'язання

1) якщо  $n$  – парне натуральне число, то маємо два корені, оскільки  $(-n)^2 = n^2$  та  $n^2 = n^2$ .

2) Якщо  $n$  – непарне натуральне число, то отримаємо один корінь,  $(-n)^3 = -n$ , результат рівняння  $x^n = t$  – додатне число.

Узагальнимо властивості функції у вигляді таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Властивості функції  $y = x^n$ 

Властивість	$n$ – непарне натуральне число	$n$ – парне натуральне число
Область визначення	$\mathbb{R}$	$\mathbb{R}$
Область значень	$[0; +\infty)$	$\mathbb{R}$
Нулі функції	$x = 0$	$x = 0$
Проміжки знакосталості	$y > 0$ на кожному з проміжків $(-\infty; 0)$ і $(0; +\infty)$	$y < 0$ на проміжку $(-\infty; 0)$ , $y > 0$ на проміжку $(0; +\infty)$
Парність	Парна	Непарна
Зростання	На проміжку $[0; +\infty)$	На проміжку $(-\infty; +\infty)$
Спадання	На проміжку $(-\infty; 0]$	-

№2. Установіть графічно кількість коренів рівняння:

1)  $x^8 = x + 1$ ;

2)  $x^5 = 3 - 2x$ ;

3)  $x^4 = 0,5x - 2$ .

## Розв'язання

1)  $x^8 = x + 1$  – рівняння має два корені, оскільки графіки перетинаються в двох точках.

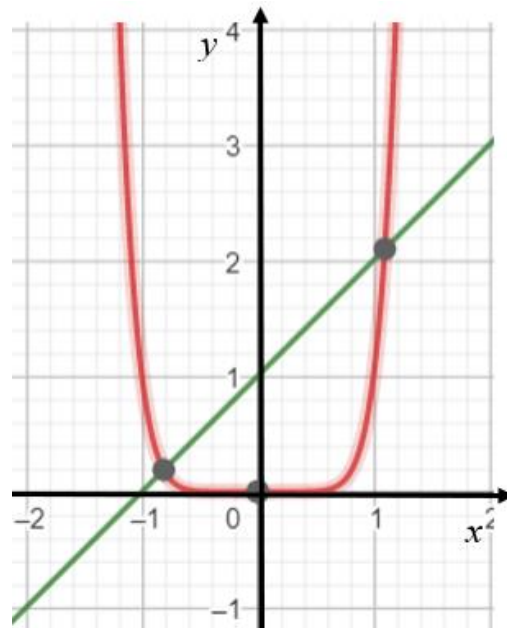


Рис.2.23

2)  $x^5 = 3 - 2x$  – рівняння має один корінь оскільки графіки перетинаються в одній точці.

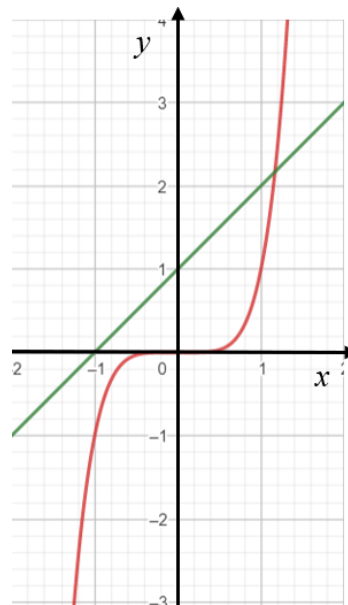


Рис.2.24

3)  $x^4 = 0,5x - 2$  – рівняння не має коренів оскільки графіки не перетинаються.

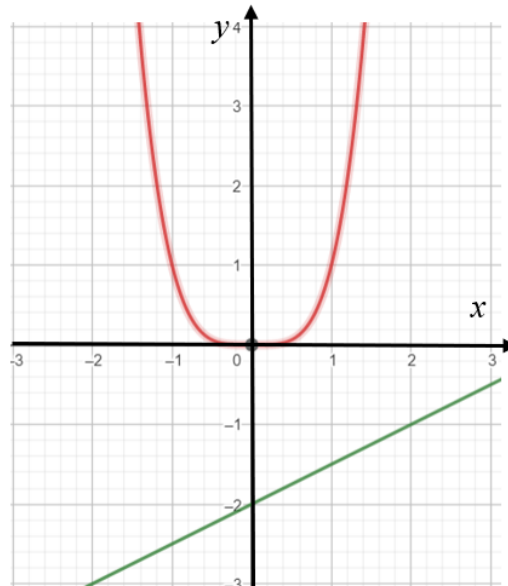


Рис.2.25

Розглянемо дослідження функцій на область визначення та значень функції. Доречно звернути увагу учнів на абстрактність та конкретність проміжків області визначення функції. Наприклад:  $y = x^3$ ,  $x \in R$  та функція  $y = x^3$ , де  $x > 0$ . Проте не варто обмежуватись завданнями на знаходження області визначення функції, потрібно розглянути задачі на побудову графіка функції в заданій області визначення.

№264 [18]. Побудуйте графік функції:

$$f(x) = \begin{cases} x^4, & \text{якщо } x < 0 \\ \sqrt{x}, & \text{якщо } x \geq 0 \end{cases}$$

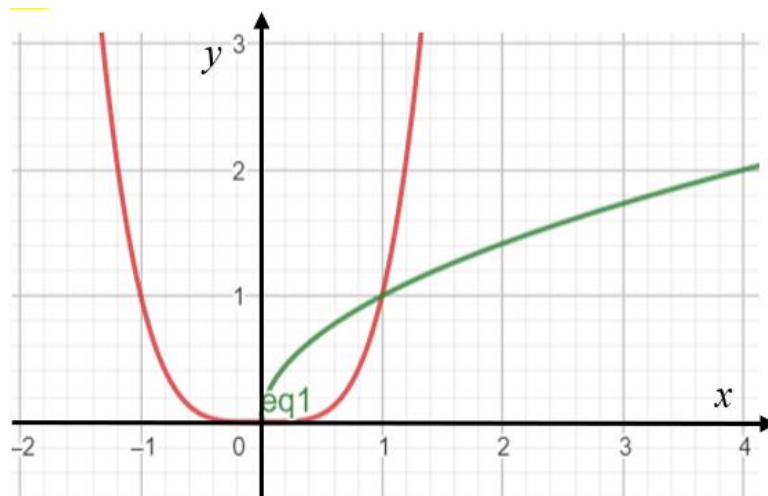


Рис.2.26

### Степеневі функції з цілим показником

Функцію, яку можна задати формулою  $y = x^n$ , де  $n \in Z$ , називають степеневою функцією із цілим показником [18].

В даному параграфі розглядаються, випадки в яких показник  $n \in$  цілим від'ємним числом або нулем. Розглянемо функцію  $y = x^0$ . Областю визначення даної функції є множина  $(-\infty; 0) \cup (0; +\infty)$ , область значень –  $\{1\}$ . Графік функції зображено на Рис. 2.27.

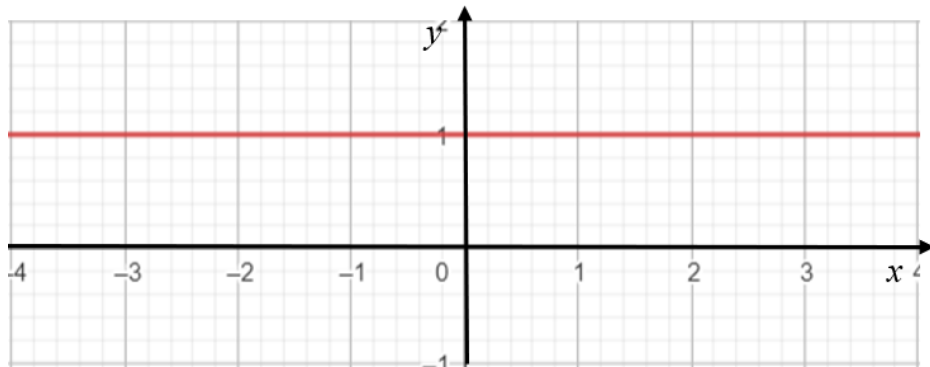


Рис. 2.27

Окремим видом функції з цілим показником  $n = 1$  є функція виду:  $y = \frac{1}{x}$ . З даною функцією учні познайомились у 8 класі.

Функція вигляду  $y = x^{-n}$  вимагає перетворень, до вигляду  $y = \frac{1}{x^n}$ .

Перший випадок  $n = 2k, k \in N$  рис. 2.28 Другий випадок  $n = 2k - 1, k \in N$  рис. 2.29

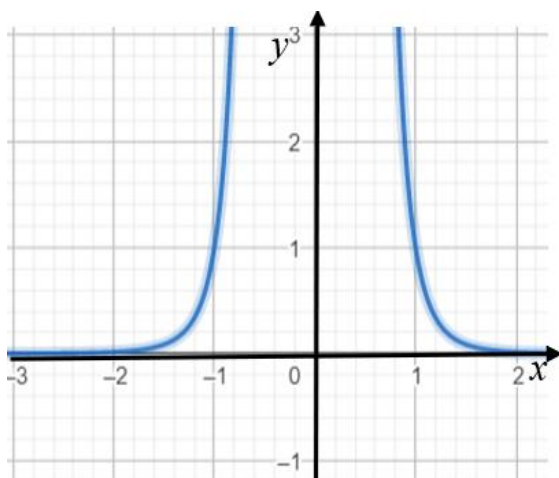


Рис.2.28

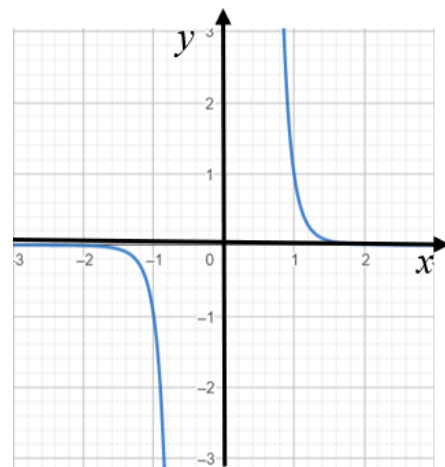


Рис.2.29

Розглянемо властивості функції у вигляді таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

**Властивості функцій виду  $y = x^{-n}$**

Властивість	$n$ – непарне натуральне число	$n$ – парне натуральне число
Область визначення	$(-\infty; 0) \cup (0; +\infty)$	$(-\infty; 0) \cup (0; +\infty)$
Область значень	$(0; +\infty)$	$(-\infty; 0) \cup (0; +\infty)$
Нулі функції	–	–
Проміжки знакосталості	$y > 0$ на кожному з проміжків $(-\infty; 0)$ і $(0; +\infty)$	$y < 0$ на проміжку $(-\infty; 0)$ , $y > 0$ на проміжку $(0; +\infty)$
Парність	Парна	Непарна
Зростання	На проміжку $(-\infty; 0)$	–
Спадання	На проміжку $(0; +\infty)$	На кожному з проміжків $(-\infty; 0)$ і $(0; +\infty)$

**Приклад 1.** Через які з даних точок проходить графік функції  $y = x^{-5}$ :

- 1)  $A(-1; 1)$ ;      2)  $B(2; \frac{1}{32})$ .

*Розв'язання*

Якщо графік функції проходить через задану точку, то координати цієї точки задовольняють рівнянню даної функції. Підставимо в рівняння функції  $y = x^{-5}$  координати точки  $A$ : замість  $x$  підставимо  $-1$ , замість  $y$  число  $1$ . Отримаємо  $1 = \frac{1}{(-1)^5}$ . Використовуючи властивості непарного степеня, отримуємо  $1 = -1$ . Отримали невірну числову рівність. Це означає, що точка  $A(-1; 1)$  не належить графіку функції  $y = x^{-5}$ , тобто графік даної функції не проходить через точку  $A$ .

Аналогічно перевіряємо точку  $B(2; \frac{1}{32})$ . Маємо:  $\frac{1}{32} = \frac{1}{2^5}$ ,  $\frac{1}{32} = \frac{1}{32}$  – отримали вірну числову рівність, тобто графік функції  $y = x^{-5}$  проходить через точку  $B$ .

**Приклад 2.** Побудуйте графік функції:

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

$$2) y = (x - 3)^{-2};$$

$$3) y = -\frac{1}{2}x^{-2}.$$

*Розв'язання*

Графіки функцій наведені вище доцільно будувати через перетворення графіка. Тобто, спочатку розглянемо графік  $y = x^{-2} = \frac{1}{x^2}$  – побудуємо даний графік, потім піднінемо його по осі  $Oy$  на дві одиниці вгору.

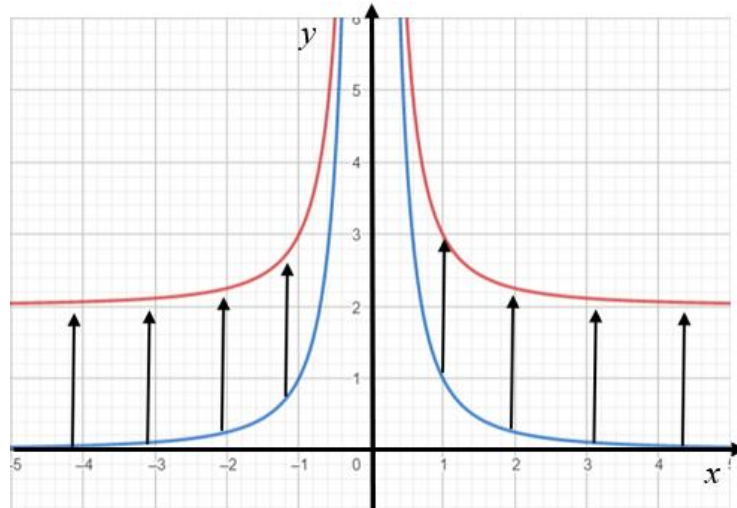


Рис. 2.30

Функція  $y = \sqrt[n]{x}$

Якщо функція має вигляд  $y = \sqrt[2k]{f(x)}$ ,  $k \in \mathbb{N}$ , то слід вважати  $f(x) \geq 0$  (арифметичний корінь парного степеня існує тільки з невід'ємних чисел).

Розглянемо графік та властивості функції:

1. Показник степеня  $n = 2k$ ,  $k \in \mathbb{N}$

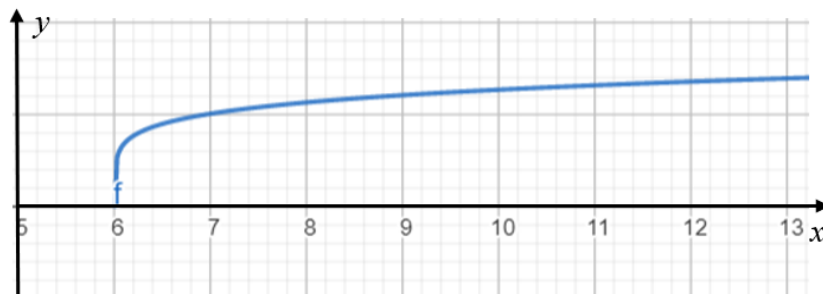


Рис. 2.31

2. Показник степеня  $n = 2k + 1$ ,  $k \in \mathbb{N}$

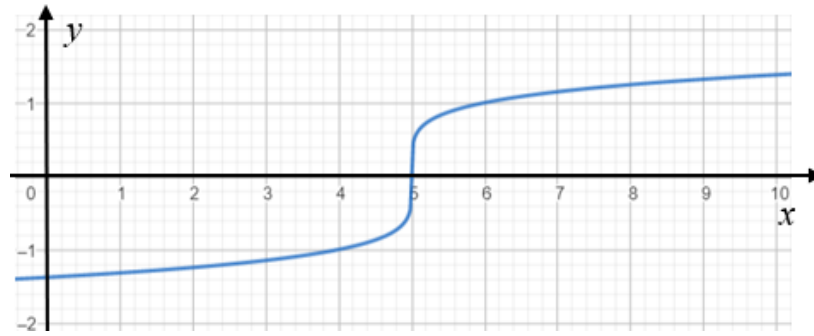


Рис. 2.32

Таблиця 2.7

### Властивості функції виду $y = \sqrt[2k]{f(x)}$ , $k \in \mathbb{N}$

Властивість	$n$ – парне натуральне число	$n$ – непарне натуральне число
Область визначення	$[0; +\infty)$	$\mathbb{R}$
Область значень	$[0; +\infty)$	$\mathbb{R}$
Нулі функції	$x = 0$	$x = 0$
Проміжки знакосталості	$y > 0$ проміжку $(0; +\infty)$	$y < 0$ на проміжку $(-\infty; 0)$ , $y > 0$ на проміжку $(0; +\infty)$
Парність	Не є ні парною, ні непарною	Непарна
Зростання/ Спадання	зростаюча	зростаюча

При вивченні степеневих функцій багато понять та властивостей учні повторюють та розширюють свої знання з теми, тому доцільно використовувати на уроці використовувати різні дидактичні матеріали розроблені вчителем. Також можна розвивати творчість учнів шляхом виготовлення різних узагальнюючих таблиць, схем тощо.

Використання на уроці історичних довідок, задач прикладного змісту сприяє розвитку пізнавального інтересу учнів, оскільки застосування математики цікавить всіх учнів під час уроку. Окрім, цього можливості технічного забезпечення дозволяють проводити бінарні уроки, наприклад: алгебра і початки аналізу та інформатика. Проведення уроків лекцій та

семінарів спонукає учнів досліджувати різні джерела інформації для підготовки до уроку, що в свою чергу розвиває їх пізнавальний інтерес.

### **2.3 Методичні рекомендації навчання теми «Степеневі функції» в курсі алгебри основної школи під час дистанційного навчання.**

Задля забезпечення дистанційного навчання педагог використовує готові веб-ресурси або створює свої власні. Орієнтовним критерієм вибору ресурсів є відповідність методичним цілям, яку були поставлені.

Основним застосуванням інновацій та ІКТ в освітній галузі є сприяння формуванню умінь і навичок самостійно діяти та здобувати знання. Саме тому сучасне проведення уроків очно та дистанційно неможливе без використання технологій. Одним із напрямків вдосконалення системи освіти є навчання з використанням мультимедіа.

Використовуючи мультимедійні засоби, учні можуть повторно переглядати теоретичний матеріал, або додатково виконати завдання для засвоєння. Все це дає можливість підвищувати рівень знань учнів; ефективно вирішує проблему наочності навчання; сприяє зростанню продуктивності уроку; на новому рівні реалізовує міжпредметні зв'язки; дозволяє здійснювати моніторингові відстеження якості засвоєння учнями навчального матеріалу з метою своєчасного коригування процесу вивчення певної теми.

З використанням мультимедійних засобів, ми отримуємо унікальну можливість об'єднати переваги комп'ютера з традиційними формами навчання.

При вивченні функцій в курсі «Алгебра та початки аналізу» акцент робиться на властивостях функцій та роботі з графіками. Тобто, деякі елементарні дії з функціями можна виконувати використовуючи додатки, такі наприклад як *GRAN*, зокрема побудові графіків функцій *GRAN1*, *GeoGebra*, *Maple*, *Mathematika*, *MathLab*, програмне середовище «*Graph*», *Geonext* тощо. Також додатки, які можна як вільно поширюване середовище встановити на смартфон, виконують поставлені перед нами задачі.



Початковим етапом формування понять є мотивація. Сутність цього етапу полягає в підкресленні важливості вивчення поняття, в спонуканні школярів до цілеспрямованої та активної діяльності, сприяє формуванню в учнів позитивних мотивів навчання і пізнавальних інтересів навчальної діяльності.

За допомогою комп'ютерної програми для побудови графіків функцій вчитель швидко будує чіткі та точні графіки різних функцій змінюючи значення аргументу або функції. До того ж дозволяє більш наочно бачити перетворення. Більшість програм дозволяють в одній координатній площині будувати до десяти графіків, тож учні можуть слідкувати за зміною графіка функції в залежності від зміни аналітичного представлення функції [41].

На даному етапі вивчення функції доцільно проводити бінарні уроки, або уроки на дослідження функції використовуючи технічні засоби. Розглянемо фрагмент такого уроку.

### **III. Мотивація навчальної діяльності**

Розглянемо зображення мосту. В конструкції цієї інженерної споруди використані елементи у вигляді графіків відомих елементарних функцій: прями лінії, параболи, гіперболи. Саме такі форми за інженерними розрахунками забезпечують міцність і надійність цієї споруди. В сучасній математиці вивченню функцій приділяється особлива увага, адже з їх допомогою можна змоделювати явища, які відбуваються в природі, на виробництві та в суспільстві. Побудова графіків значно полегшує процес вивчення функцій. А спробуємо навчитись будувати графіки деяких функцій швидко та досліджувати функції за графіком.

### **IV. Актуалізація опорних знань**

1. Що називається функцією?
2. Що називається графіком функції?
3. Значення незалежної змінної називається ... (аргумент)
4. Значення залежної змінної ... (значення функції)
5. Всі значення аргументу називаються ... (область визначення)

6. Всі значення функції називаються ... (область значення)

7. Вісь  $Ox$  називається ... (вісь абсцис)

8. Вісь  $Oy$  називається ... (вісь ординат)

### V. Формування нових знань

Сьогодні ми з вами розглянемо програму *GeoGebra*. Для учнів, які працюють з комп'ютера чи планшета, можуть перейти за посиланням, учні, що працюють з телефону завантажили додаток на телефон завчасно.

Давайте разом зараз побудуємо графік функції  $y = x^3 - 1$ . Для побудови даного графіка можемо використати клавіатуру додатку або використовуючи математичні символи клавіатури англійською мовою ввести функцію. Натискаємо клавішу Enter і отримуємо графік функції.

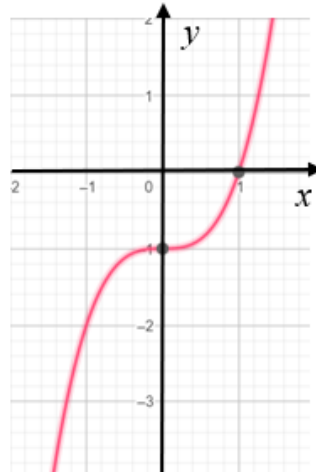


Рис. 2.33

### VI. Формування умінь і навичок

**Приклад 1.** Установіть графічно кількість коренів рівняння:

1)  $x^8 = x + 1$ ; 2)  $x = x^3$ ; 3)  $x^{-8} = -2$ .

1)  $x^8 = x + 1$  - два корені

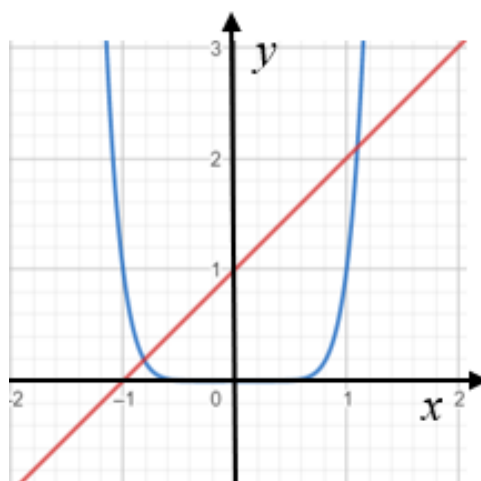


Рис. 2.34

3)  $x^{-8} = -2$  – немає коренів

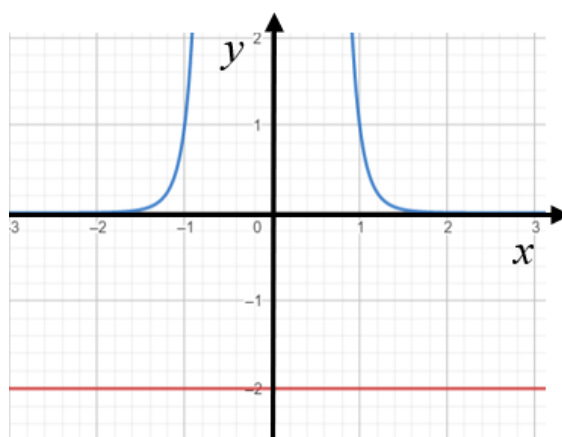


Рис.2.33

Авторський колектив О. С. Істер, О. В. Єргіна включили до вивчення даної теми застосування комп'ютерних технологій. Розглянемо дане завдання.

6.22. (Практичне завдання.) За допомогою будь-якої комп'ютерної програми для побудови графіків, побудуйте графік функцій  $y = x^{0,8}$ ,  $y = x^{-\frac{2}{5}}$ ,  $y = x^{1,5}$ ,  $y = x^{-4}$  та заповніть таблицю [18].

Проте не варто перевантажувати уроки мультимедійними технологіями, оскільки учні мають засвоїти основні методи роботи з функціями особливо на перших уроках вивчення теми. На уроках застосування набутих знань за рахунок ІКТ можна реалізувати міжпредметні зв'язки та прикладний зміст даної теми.

Таблиця 2.8

№	Завдання	$y = x^{0,8}$	$y = x^{-\frac{2}{5}}$	$y = x^{1,5}$	$y = x^{-4}$
1	Знайти значення функції, що відповідає значенню аргумента: $x = 1,5$				
	$x = 3$				
	$x = 4$				
2	Знайти значення аргумента, що відповідає значенню функції: $y = 0,5$				
	$y = 1$				
	$y = 1,5$				
3	Знайти наближений розв'язок рівняння	$x^{0,8} = 1,5$ $x \approx$	$x^{-\frac{2}{5}} = 0,5$ $x \approx$	$x^{1,5} = 5$ $x \approx$	$x^{-4} = 3$ $x \approx$

Проте не варто перевантажувати уроки мультимедійними технологіями, оскільки учні мають засвоїти основні методи роботи з функціями особливо на перших уроках вивчення теми. На уроках застосування набутих знань за рахунок ІКТ можна реалізувати міжпредметні зв'язки та прикладний зміст даної теми.

Окрім гарфічних калькуляторів до мультимедійних засобів також входять графічні зображення та відео, схематичні та табличні подання тексту. Окрім того, технології дозволяють залучити одночасно декілька органів сприйняття.

Під час проведення уроку вчитель з'ясовує які функції для учнів є менш «зрозумілими». Комп'ютерні програми для побудови графіків дозволяють швидко під час уроку коригувати завдання.

Розглянемо інший варіант вдалого застосування мультимедіа при вивченні функцій.

Засвоєний навчальний матеріал, що стосується побудови графіків і вивчення властивостей окремих видів функцій, їх загального вигляду, дає змогу розглянути побудову графіків складніших функцій шляхом перетворень графіків відомих функцій.

До вивчення теоретичного матеріалу доцільно використовувати різні демонстраційні засоби. Наприклад: презентації, таблиці, зображення з узагальнюючою інформацією (один з варіантів запропоновано на рис.2.34).

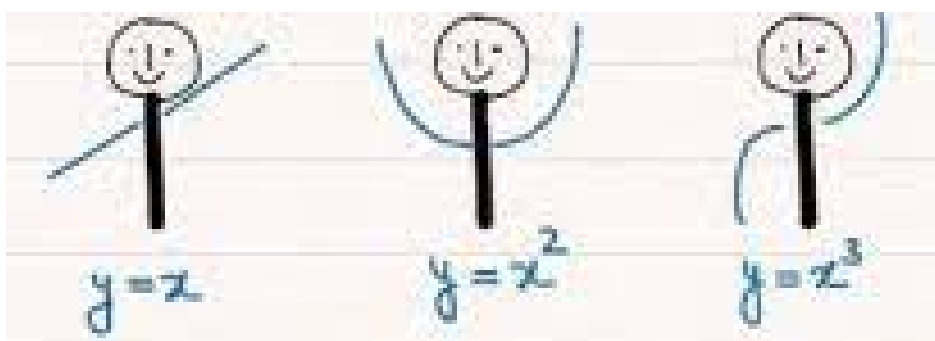


Рис. 2.34 Узагальнюючі графіки функцій

Контроль результатів навчання учнів є ваговою складовою, будь-якого навчання, тому вчитель має правильно оцінити навчальні досягнення учнів, уміння й навички. Використовуючи комп'ютерне тестування та інші діагностичні комплекси вчитель може одразу оцінити за короткий час та проаналізувати рівень засвоєння учнями теми уроку.

Нині існує багато платформ для створення різних тестів, що дає можливість обрати платформу, яка задовільнить необхідні вимоги. Під час вивчення теми функцій тестування можна використати для попереднього або поточного контролю. Наприклад, визначити якою функцією заданий графік на малюнку, або дослідження властивостей за графіком функції.

Наприклад, тест створений на сайті <https://naurok.com.ua>

## Запитання 1

Оберіть графік функції  $y=x^3+2$

варіанти відповідей

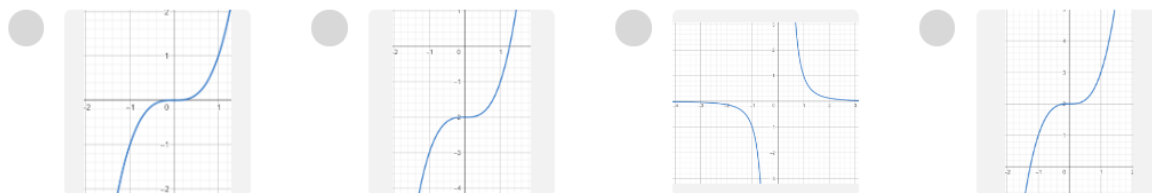


Рис. 2.35

На етапі перевірки домашнього завдання, можна використовувати інтерактивну дошку, або презентацію з завчасно підготовленими графіками функцій, для того, щоб раціонально використовувати час уроку. Наприклад, можна використати інтерактивну дошку jamboard.

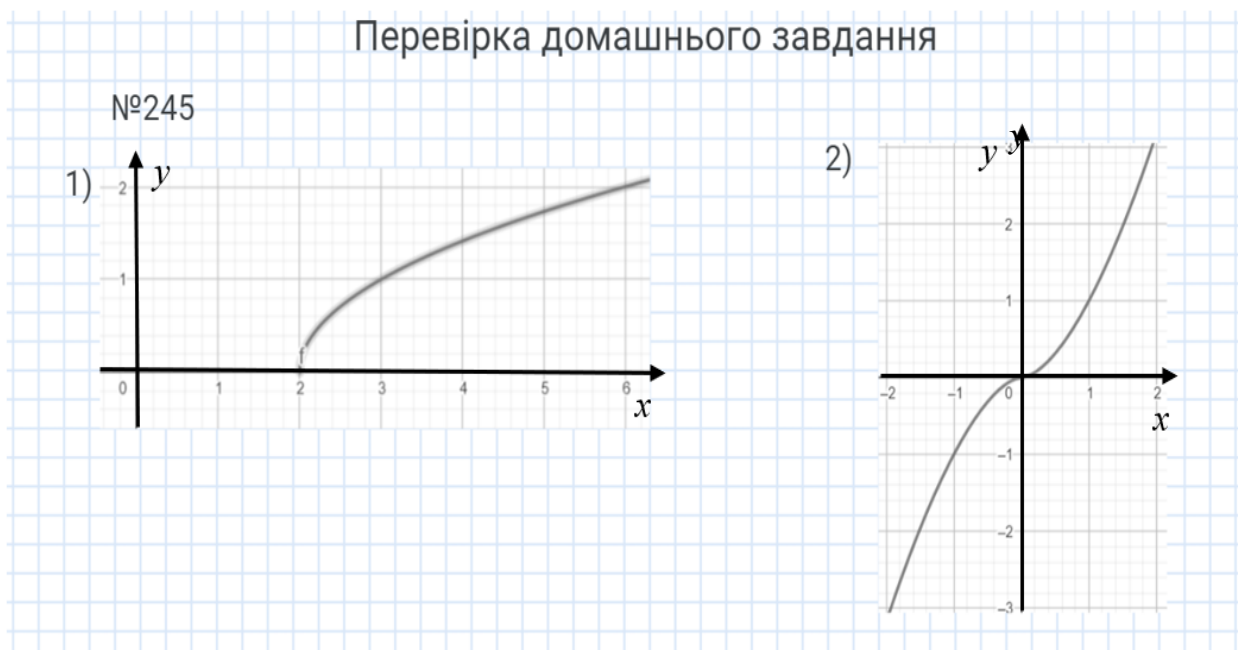


Рис. 2.35. Перевірка домашнього завдання

Для розширення знань учнів з теми степеневі функції варто використати метод проєктів. Оскільки даний урок розрахований на тривалий термін роботи, варто оголосити учням про даний вид роботи напочатку

вивчення теми. Учні матимуть час об'єднатись в групи та в подальшому самостійно обрати тему дослідження.

**Тема уроку:** Розв'язування вправ з теми: Степеневі функції.

**Мета уроку:** узагальнення та систематизація знань учнів, розширення кругозору учнів з теми «Степеневі функції»; виховувати наполегливість, працьовитість.

### Хід уроку

**Етап 1.** Даний етап полягає у обговоренні тематики проєкту, для цього використаєм вправу – «Круглий стіл».

Під час виконання вправи, учні мають зрозуміти тематику, яка їх цікавить, зорієнтуватись як за групами вони мають об'єднуватись.

Наприклад:

- 1 група- географи;
- 2 група – підприємці;
- 3 група – соціологи.

**Етап 2.** Вибір теми і визначення мети проєкту.

Даний етап є одним з основних для роботи над проєктом. Він визначає напрямок руху групи та подальшу діяльність. Тому важливо допомогти учням з вибором теми, зорієнтувати, мотивувати, а не просто запропонувати учням на вибір готові теми.

Учні поставили перед собою таку мету для реалізації проєкту:

- 1) розширити знання про степеневі функції та їх використання в прикладних задачах;
- 2) проявити ініціативу і самостійність;
- 3) використовувати різноманітні методи вивчення теми: інтерв'ю, вивчення літератури, пошук інформації, виготовлення і використання наочності;
- 4) закріпити навички оформлення результатів своєї роботи та складання повідомлень за її результатами;
- 5) презентувати проєкти.

Міждисциплінарні зв'язки поєднують математику з такими предметами: географія, економіка, інформатика, мистецтво, технології.

### **Етап 3.** Вибір методів і матеріалів для роботи над проектом.

Різноманітні методи роботи над проектом дають можливість учням розширити власний кругозір та піднести діяльність на високий дослідницький рівень.

Учні мають ознайомитись з доступними для них методами роботи: інтерв'ю, опитування, анкетування, співбесіда, дослідження літератури, пошук інформації через мережу Інтернет, побудова схем та діаграм тощо.

Закінчивши роботу на проектом, учні мають отримати такі продукти: узагальнююча таблиця (схема, буклет тощо), презентація проекту.

### **Етап 4.** Робота над проектом.

Найбільша та основна частина проекту. Тут учні максимально працюють над втіленням результату. Можливості ІКТ дають можливість реалізувати даний проєкт як дистанційно так і очно з залученням ІКТ. Терміни проєкту визначають в залежності від необхідності його реалізації та ступеню складності.

1 група – географи. Вони досліджують графіки функцій, які виникають в географії та природі. Розв'язують задачі.

2 група – підприємці (економісти). Дана група досліджує застосування функцій в підприємницькій та фінансовій діяльності.

3 група – соціологи. Досліджують застосування функцій при соціологічних опитуваннях.

При розв'язуванні задач практичного змісту учні виконують побудову малюнків в додатку Geogebra або інших аналогічних програмах.

### **Етап 5.** Презентація проекту.

Завершальний етап роботи. Учні мають оформити відповідно власні розробки та представити результати роботи, дійти висновку стосовно результатів роботи та досягнення поставлених цілей.

Приклади виконання проєктів представлені в додатку В.



Дистанційне навчання дозволяє використовувати різноманітних форм та методів для роботи на уроці. Даний вид навчання розширює можливості використання різних онлайн додатків та платформ для побудови та дослідження функцій, розкриває можливості реалізації творчих проєктів.

## **Висновки до розділу 2**

В даному розділі опрацьовано навчальні матеріали з теми «Степеневі функції». Висвітлено теоретичні відомості про форми, методи і засоби роботи на уроці. Проаналізовано використання форм роботи за такою класифікацією: за кількістю учнів; за місцем навчання; за часом навчання; за метою; за тривалістю часу. Детально розглянули та розробили такі форми роботи: урок-лекція, метод проєктів, урок-подорож, уроку в формі гри.

Проведено аналіз методів навчання, за такою класифікацією: активні методи навчання; пасивні методи навчання; традиційні методи навчання. Розроблені такі методи як: мозковий штурм, ділова гра, описані використання пасивних та традиційних методів навчання.

Розглянули використання ІКТ під час навчання та обґрунтували їх доцільність. Їх використання має підтримуватись відповідним технічним забезпеченням або Застосування різних форм, методів та засобів роботи підвищує засвоєння теми, розвиває пізнавальний інтерес учнів та мотивацію до навчання.

Проаналізували необхідність та можливості застосування різних технічних засобів та програм до вивчення теми та проведення уроків. А саме детально розглянули можливості роботи учнів під час дистанційного навчання, роботи у великих та малих групах, можливості реалізації творчих завдань. Можливості технічних засобів дозволяють більш раціонально використовувати час уроку, використовувати різні форми, методи та засоби роботи на уроці, за рахунок чого розвивається пізнавальний інтерес учнів.

Наприкінці вивчення учні мають здобути певний багаж теоретичних знань та практичних навичок. Для перевірки засвоєння учнями теми, можливе використання різних форм контролю, а саме тестова форма. Крім

того використання завдань тестової форми в форматі ЗНО сприяє підготовці учнів до ЗНО. Даний тип контроль є найбільш зручним з точки зору організації та інтерпретації результатів. На даний момент існує безліч платформ для створення та проведення тестувань.

## ВИСНОВКИ

Функція та її види є одним з основних понять як в математиці так і в загальнонаукових поняттях, оскільки вона сприяє пізнанню реального світу. Тому засвоєння та розуміння даного поняття має включати в себе історію його виникнення та розвитку. В даній роботі в результаті аналізу наукової та історичної літератури висвітлено шлях становлення та розвитку поняття «степеневі функції».

Аналіз методичної та наукової літератури дозволив розкрити теоретичні основи вивчення теми «Степеневі функції» в шкільному курсі алгебри та початків аналізу. Дана тема є важливою частиною шкільного курсу математики, на основі цього поняття базуються поняття алгебри та геометрії. Характеристика функціональної лінії свідчить про можливість реалізації різних підходів до вивчення теми дослідження на уроках математики.

Необхідною умовою формування в учнів мотивації до навчання та розвитку пізнавального інтересу є використання різних форм, методів та засобів. Вивчені та описані методи форми і засоби роботи на уроці. Встановлено, що їх використання є невід'ємною частиною уроку та комбінація має бути обов'язковою частиною уроку. За рахунок цього в учнів розкривається пізнавальний інтерес та мотивація до вивчення теми.

Для учнів старшої школи можна використовувати на початку уроку історичну довідку про функцію, або способи її застосування. Це розширює кругозір учнів та мотивує до розвитку пізнавального інтересу.

Тема «Степеневі функції» є досить широкою для вивчення, повторення та узагальнення основних понять та властивостей теми, це в свою чергу

спричиняє ряд завдань. Однією з проблем є раціональне використання часу під час уроку. Для вирішення цього питання доцільним є використання ІКТ на уроках та проведення спарених чи бінарних уроків.

Сьогодні дає можливості поєднувати різні види навчання, такі як: очне, дистанційне, змішане. Дистанційне навчання дає можливості розкрити за рахунок використання різних технологій творчі та пізнавальні здібності учнів. Наприклад, можливості індивідуальної роботи кожного, паралельне виконання безпосередньо кожним учнем завдань, можливості виконання одночасно роботи у великих та малих групах.

Представлені комп'ютерні презентації, зокрема Microsoft PowerPoint та Canva, які рекомендовано використовувати, як дидактичні та демонстраційні матеріали, для сприйняття та практичного застосування навчального матеріалу. Візуальна форма подачі перевірки означень, формул, теорем, їх доведень, якісних креслень до графічних задач, подача рухомих зображень забезпечує засвоєння учнями набутих знань та вмінь.

Онлайн ресурси розглянуті в роботі дозволяють створювати тестову форму завдання, при виконанні яких формуються навички порівняння, співставлення чи представлення об'єктів. Крім того, виконання завдань такого типу сприяє підготовці учнів, зокрема, психологічній, до написання ДПА чи ЗНО.

В кваліфікаційній роботі, відповідно до проаналізованих джерел розроблені методичні матеріали для організації навчального процесу для дистанційного навчання та очного. А саме, опорні конспекти, узагальнюючі таблиці, системи вправ різного рівня складності на повторення основних фактів та приклади методу проектів й конспектів уроків можуть бути використані у реальному навчальному процесі ЗСО.

Таким чином, поставлені завдання виконані в повному обсязі, мета дослідження досягнута.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бевз В. Г. Історія математики у фаховій підготовці майбутніх учителів: монографія. Київ : НПУ імені Драгоманова, 2005. 360 с.
2. Бевз Г. П., Бевз В. Г. Алгебра: підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Київ : Зодіак ЕКО, 2007. 284с.
3. Бевз Г. П., Бевз В. Г. Алгебра: підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Київ : Зодіак ЕКО, 2008. 256с.
4. Бевз Г. П., Бевз В. Г. Алгебра: підручник для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Київ : Зодіак ЕКО, 2009. 288с.
5. Бевз Г.П. Методика викладання математики: Навч. Посібник : 3-тє вид., перероб. і доп. Київ : Вища шк., 1989. 367 с.
6. Берестовий А. М., Лебідь А.Г., Голоденко Н.Н. Дослідження нових методів навчання із застосуванням комп'ютеризованих інтерактивних засобів Слов'янськ : Вища школа,.Вип. LV.,Ч.П., 2011. с. 16 – 20
7. Бурда М.І., Апостолова Г.В., Бевз В.Г., Грінчук В.В., Мальований Ю.І. [та ін.] : Навчальна програма для учнів 5 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Київ «Перун» , 2005 р.
8. Скрипченко О.В., Долинська Л.В., Огороднійчук З.В. Вікова і педагогічна психологія 2 е вид., допов. Київ : Каравела, 2009. 400 с.
9. Електронні інтерактивні дошки SMART Board нові технології в освіті [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://smartboard.ru>
10. Жалдак М.І Педагогічний потенціал комп'ютерно орієнтованих систем навчання математики Київ : НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2003. с. 3–16.
11. Жалдак М.І та інші. Математика з комп'ютером. Київ, 2004. с.77 – 114.
12. Жалдак М.І, Лапінський В.В., Шут М.І. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики. посіб. для вчителів. Вкладка газети „Інформатика“, 2004. №41–47.
13. Жильців О.Б. Розвиток розумової діяльності учнів 8 класів середньої школи під час вивчення математики з використанням НІТ.

Дисертація кандидата педагогічних наук./ УДПУ ім.. М.П.Драгоманова. – К.: 1994. – 227с.

14. Жук Ю.О. Особливості використання засобів нових інформаційних технологій у навчально виховному процесі професійно технічного закладу освіти Київ: ІЗМН, 1998. №24. с. 72–78.

15. Журавльова Л.А. Міжнародна програма запровадження сучасних комп'ютерних та інформаційно комунікаційних технологій у загальноосвітніх навчальних закладах, 2005. №6. с. 13–21.

16. Істер О.С., Єргіна О.В. Алгебра і початки аналізу: (профіл. рівень) : підруч. Для 11 го кл. закл. заг. серед. освіти : Київ : Генеза, 2019. 416 с.

17. Істер О. С. Алгебра: підручник для 7 класу загальноосвітніх начальних закладів. Київ : Освіта, 2009. 220 с.

18. Істер О. С. Алгебра: підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Київ : Освіта, 2008. 208 с.

19. Істер О. С. Алгебра: підручник для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Київ : Освіта, 2010. 238 с.

20. Іщук Н.Ю. Застосування засобів мультимедіа у процесі підготовки економістів у вищих навчальних закладах I II рівнів акредитації: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Вінницький держ. педагогічний ун т ім. Михайла Коцюбинського. Вінниця, 2004. 20 с.

21. Комп'ютерна система тестування знань OpenTEST [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://opentest.com.ua>

22. Комп'ютерно орієнтовані системи навчання: зб. наук. праць / Редкол. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова. Вип. 4., 2001. 230 с.

23. Кононова М. В. Психологічний аспект комп'ютеризації освіти // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми // 36. наук. пр. / Редкол. : І. А. Зязюн (голова) та ін. Київ : Вінниця ДОВ Вінниця, 2000. с. 180.

24. Костюк Г. С. Навчально виховний процес і психічний розвиток особистості. Київ, 1989. 608 с.
25. Красношликова О.Г. Проблеми розвитку професіоналізму педагогів та їх вирішення в рамках муніципальної методичної служби. Інформатика та освіта. 2007. № 1. с.100-103.
26. Математика. 5-11 класи: навчальні програми, методичні рекомендації щодо організації навчально виховного процесу в 2017/2018 навчальному році / Укладач Б. В. Кудренко. Харків : Вид во «Ранок», 2017. 144 с.
27. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра: Підручн. для 7 кл. загальноосвітніх навчальних закладів. Харків : Гімназія, 2008. 286 с.
28. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра: Підручн. для 8 кл. загальноосвітніх навчальних закладів. Харків : Гімназія, 2009. 320 с.
29. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра: Підручн. для 9 кл. загальноосвітніх навчальних закладів. Харків : Гімназія, 2009. 320 с.
30. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра: підручник для 8 класу з поглибленим вивченням математики. Харків : Гімназія, 2009. 386 с.
31. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра: підручник для 10 класу з поглибленим вивченням математики. Харків : Гімназія, 2009. 284 с.
32. Міщенко О.А. Сутність мультимедійних навчання. // Педагогіка, психологія та медико біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: наукова монографія / за ред. проф. С.С. Єрмакова. Харків : ХДАДМ, 2006. № 3. 156 с.
33. Мойсеюк Н.Є.// Педагогіка. Навчальний посібник. 4 те видання, доповнене., 2003. 615 с.
34. Навчальні програми МОН (математика) [Електронний ресурс] // Інформаційний портал. URL : <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html>

35. Палій А. А. //Диференціальна психологія. Київ :Академвидав, 2010. 432 с.
36. Півошенко В.В. Історія розвитку поняття «функція» : матеріали всеукраїнська наукова конференція «математика у технічному університеті ХХІ сторіччя» (м. Вінниця, 15-16 травня, 2017 р.). Вінниця, 2016. С.50-53.
37. Поліщук В. М. Вікова та педагогічна психологія: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів/ Суми : Університетська книга, 2007. 330 с.
38. Пометун О. І, Пироженко Л. В. Інтерактивні технології навчання: теорія, практика, досвід. Київ, 2002.
39. Портал застосування Advanced Grapher URL : <https://www.alentum.com/agrapher/>
40. Портал застосування Maple від компанії Waterloo Maple URL : <https://www.maplesoft.com>
41. Програмне забезпечення Microsoft Office PowerPoint компанії Microsoft URL : <http://office.microsoft.com/ru ru/>
42. Програмний засіб GeoGebra URL : <http://freesoftware.in.ua/84zhiva geometriya.html>
43. Програмний засіб GRAN URL : <http://www.zhaldak.npu.edu.ua/index.php/prohramnyizasibgran>
44. Руденко-Моргун О. І. «Комп'ютерні технології як нова форма навчання» //Іноземні мови в школі. 2002. №4. с. 19 20
45. Савчин М.В., Василенко Л.П. Вікова психологія: Навчальний посібник. 2 ге вид. Київ : Академвидав, 2009. 360 с.
46. Система програм для створення і проведення комп'ютерного тестування «НА УРОК» URL : <https://naurok.com.ua>
47. Слєпкань З. І. Методика навчання математики : підруч. для студ. мат. спец. вищ. пед. навч. закл. / 2 ге вид., допов. і переробл. Київ : Вища школа, 2006. – 582 с.

48. Слєпкань З.І. Психолого педагогічні та методичні основи розвивального навчання математики. Тернопіль : Підручники і посібники, 2004. 240 с.

49. Ушинський К.Д. Вибрані педагогічні твори: в 2-х т. Київ : Радянська школа, 1983.

50. Фіцула М.М. Педагогіка: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. Київ : Видавничий центр „Академія”, 2007. 544 с.



## ДОДАТКИ

## Додаток А

Фрагменти презентації, до уроку лекції



Рис. А.1

**План.**

- 1.Означення степеневої функції.
- 2.Властивості та графік функції , де  $p$ - натуральне парне та не парне число .
- 3.Властивості та графік функції – ціле від'ємне число

Рис. А.2

Степеневою функцією називається функція виду  $y = x^p$ , де  $p$  — постійне дійсне число, а  $x$  (основа) — змінна. Згадаємо властивості степеневих функцій, їхні графіки.

Рис. А.3

### Показник $p = 2n$ - парне натуральне число

$$D(y): x \in R$$

$$E(y): y \geq 0$$

Функція  $y = x^{2n}$  парна,  
так як  $(-x)^{2n} = x^{2n}$

Функція спадає на  
проміжку  $(-\infty; 0]$

Функція зростає  
на проміжку  $[0; +\infty)$

$$y = x^2, \quad y = x^4, \quad y = x^6, \quad y = x^8, \quad \dots$$

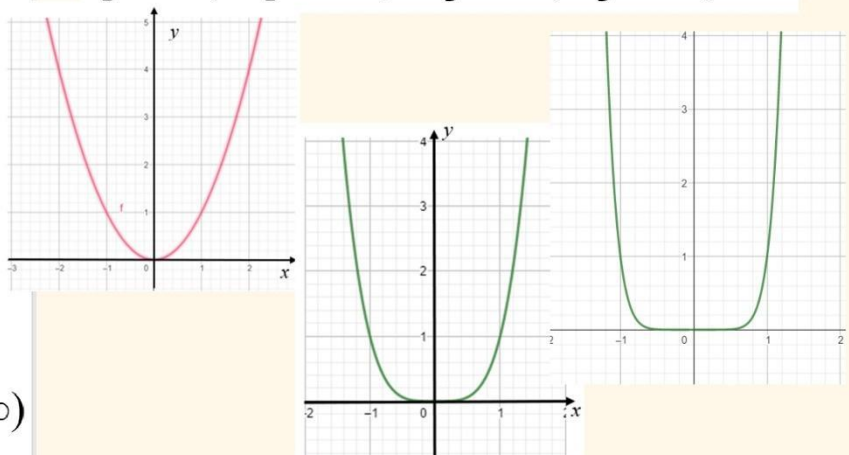


Рис. А.4

## Показник $p = 2n-1$ - непарне натуральне число

$$y = x^3, \quad y = x^5, \quad y = x^7, \quad y = x^9, \quad \dots$$

$$D(y): x \in R$$

$$E(y): y \in R$$

Функція  $y=x^{2n-1}$  непарна,  
так як  $(-x)^{2n-1} = -x^{2n-1}$

Функція зростає на  
проміжку  $(-\infty; +\infty)$

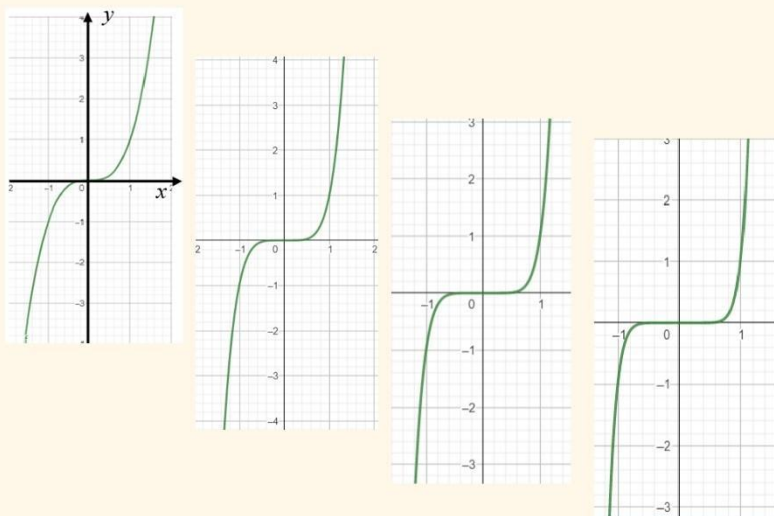


Рис. А.5



Рис. Б.1



Рис. Б.2

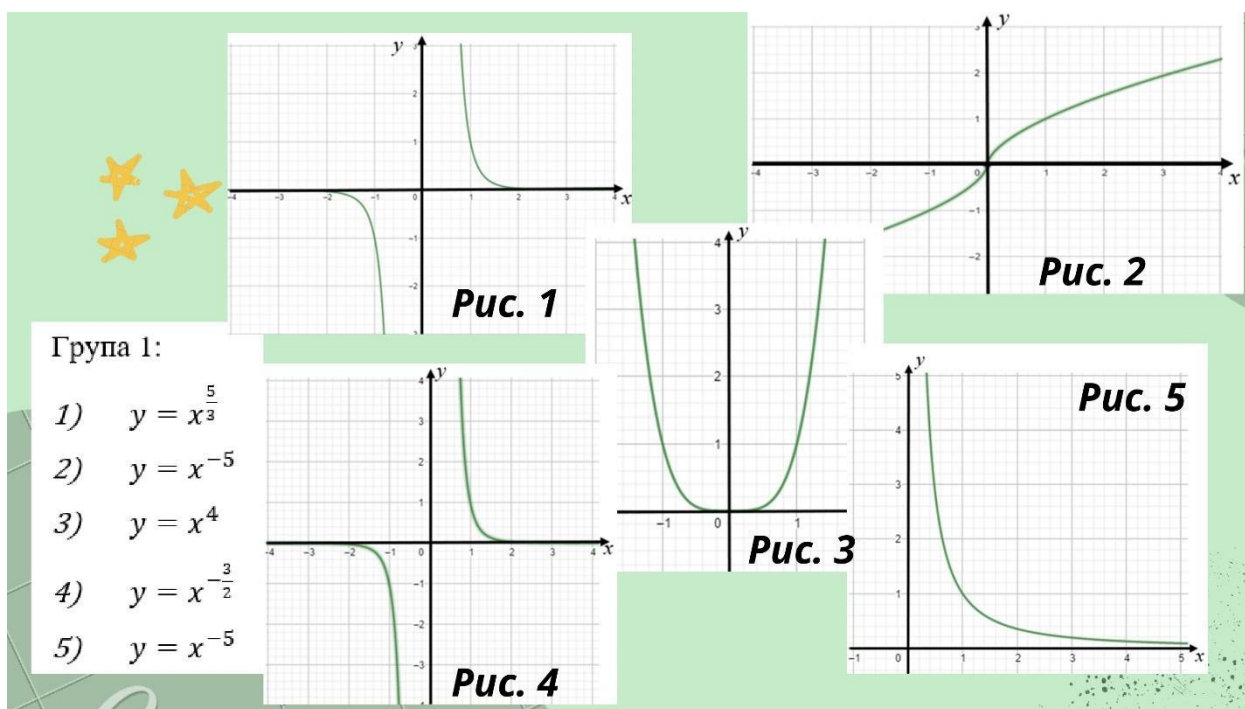


Рис. Б.3

## Вправа – «Навігатор»

$\sqrt[9]{a^9} = a$	+ від входу рухайся направо
$\sqrt[4]{k^4} = k$	-від входу рухайся наліво
$\sqrt[7]{\sqrt[5]{b}} = \sqrt[12]{b}$	+спускайся сходами
$8^{\frac{1}{3}} = 2$	-підіймайся сходами
	+рухайся прямо 10 кроків
	-10 кроків наліво
	+поверни праворуч
	-поверни ліворуч

Рис. Б.4

# Зупинка Вокзал



Рис. Б.5

Ми приїхали до Києва. Вирушаємо у подорож визначними місцями.

Вправа 1 (робота в групах). Побудуйте графік функції:

1)  $y = \sqrt[4]{x + 3}$ ;

2)  $y = \sqrt[4]{|x|}$ ;

3)  $y = \sqrt[3]{x - 2} - 3$ .



Рис. Б.6

# ГРУПА «АРХІТЕКТОРИ»

---

Рис. В.1. Титульний аркуш

## ПРИКЛАД ЗОБРАЖЕННЯ ПАРАБОЛИ В АРХІТЕКТУРІ

---

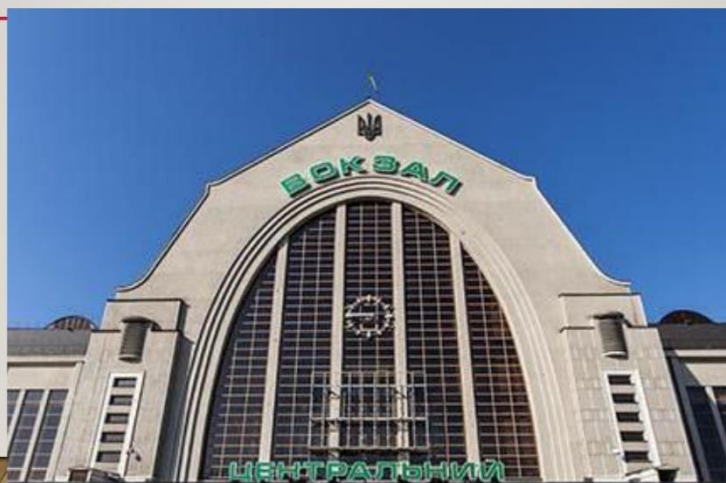


Рис. В.2. Парабола на будівлі Київського вокзалу

Узагальнююча таблиця з теми «Степенева функція»

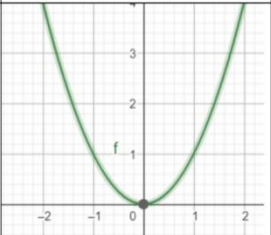
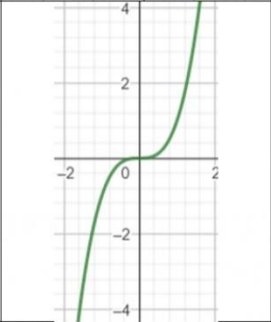
№	$p$	Графік	$D(y)$	$E(y)$	парність функції	нулі функції	проміжки знакосталості
1.	$p = 2k$ , де $k \in \mathbb{N}$		$\mathbb{R}$	$[0; +\infty)$	Парна	$x = 0$	$y > 0$ на кожному з проміжків $(-\infty; 0)$ і $(0; +\infty)$
2.	$p = 2k + 1$ , де $k \in \mathbb{N}$		$\mathbb{R}$	$\mathbb{R}$	Непарна	$x = 0$	$y < 0$ на проміжку $(-\infty; 0)$ , $y > 0$ на проміжку $(0; +\infty)$

Рис. В.3.1 Узагальнююча таблиця

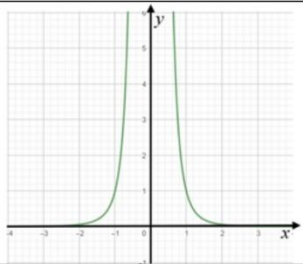
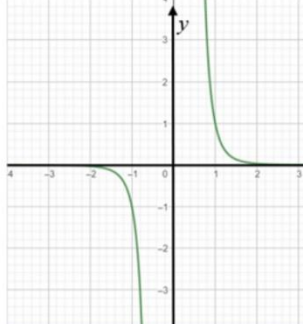
№	$p$	Графік	$D(y)$	$E(y)$	парність функції	нулі функції	проміжки знакосталості
3.	$-(2k)$ , де $k \in \mathbb{N}$		$x \neq 0$	$(0; +\infty)$	парна		$y < 0$ на проміжку $(0; +\infty)$ , $y > 0$ на проміжку $(-\infty; 0)$
4.	$-(2k - 1)$ , де $k \in \mathbb{N}$		$x \neq 0$	$y \neq 0$	непарна		$y < 0$ на проміжках $(-\infty; 0)$ , $(0; +\infty)$

Рис. В.3.2 Продовження



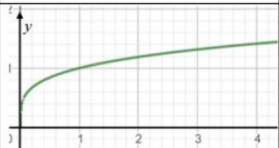
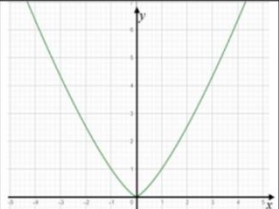
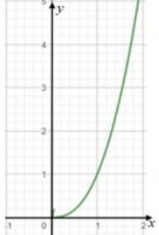
№	$p$	Графік	$D(y)$	$E(y)$	парність функції	нулi функції	проміжки знакостаості
5.	Якщо $p > 0$ , $p$ – неціле, $0 < p < 1$		$[0; +\infty)$	$[0; +\infty)$	Ні парна, ні непарна	$x = 0$	зростаюча
6.	Якщо $p > 0$ , $p$ – неціле, $p > 1$		$\mathbb{R}$	$[0; +\infty)$	Ні парна, ні непарна	$x = 0$	зростаюча
7.	Якщо $p < 0$ , $p$ – неціле		$[0; +\infty)$	$(0; +\infty)$	Ні парна, ні непарна	$x = 0$	спадна

Рис. В.3.3 Продовження

**ЗАВДАННЯ:**

МЕТАЛЕВИЙ КАРКАС СКЛАННОЇ АРХІТЕКТУРНОЇ ВИСТАВКОВОЇ СПОРУДИ ЗАЛЕЖИТЬ ВІД РОЗМІРІВ ГРАФІКА ПАРАБОЛИ. ДОСЛІДІТЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ГРАФІКА, ЯК СПІВВІДНОСИТЬСЯ ВИСОТА ТА КІЛЬКІСТЬ СКЛА НЕОБХІДНА ДЛЯ АБСТРАКЦІЇ.

**Реалізація:**

- Розробка даної моделі споруди в масштабі;
- Обробка результатів дослідження.

Рис. В.4.1. Проект

## ПРИКЛАД ФОРМИ ДЛЯ СПОРУДИ

---

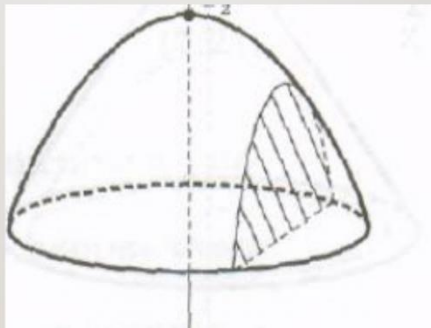


Рис. В.4.2 Проект