

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Факультет математики та інформатики
Кафедра алгебри та інформатики

***Розробка факультативного курсу
для старшокласників «Математичні
основи комп'ютерної графіки»***

Дипломна робота

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Виконала: студентка 6 курсу, 606 групи
(денної форми навчання)
спеціальності 014.04 – «Середня освіта
(математика)»

Кулій Діана Іванівна

Керівник: кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри
диференціальних рівнянь **Мельничук Л.М.**

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № 6

від « 7 » грудня 2021р.

Зав. кафедри _____ доктор фіз.-мат. наук проф. Пукальський І.Д.

Чернівці – 2021

Анотація

У дипломній роботі обґрунтовано актуальність вивчення факультативного курсу для учнів старших класів «Математичні основи комп'ютерної графіки», розроблено програму цього курсу та методичне забезпечення викладання деяких розділів цієї програми.

Зміст

Вступ.....	4
§ 1. ВИВЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	6
1.1. Аналіз змісту навчання комп'ютерної графіки у ЗСО.....	6
1.2. Огляд програмних засобів комп'ютерної графіки для учнів старших класів	11
1.3. Математичні основи комп'ютерної графіки.....	17
§ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ОСНОВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ.....	28
2.1. Програма курсу.....	28
2.2. Навчання математичних основ алгоритмів стиснення.....	32
2.3. Навчання математичних основ векторної графіки	33
2.4. Навчання математичних основ 3D-графіки.....	50
ВИСНОВКИ.....	55
Список використаних джерел	57
Додаток 1.....	59
Додаток 2.....	62
Додаток 3.....	65
Додаток 4.....	69
Додаток 5.....	72
Додаток 6.....	75
Додаток 7.....	78
Додаток 8.....	81
Додаток 9.....	84
Додаток 10.....	85
Додаток 11.....	86

Вступ

Комп'ютерна графіка стала одним із провідних напрямів у шкільному курсі інформатики, і в тому чи іншому вигляді неодмінно представлена в підручниках з другого по одинадцятий клас. Завдяки найширшим можливостям комп'ютерна графіка перейшла зі сфери виключно академічного інтересу в промисловість, дизайн, архітектуру, веб-дизайн, розробку графічних інтерфейсів програм, телебачення, кінематографію, анімацію, маркетинг, індустрію розваг. Тому робота з комп'ютерною графікою є цікавою для старшокласників.

Однак навчання комп'ютерної графіки здійснюється на формальному рівні. Учні не розуміють математичні основи комп'ютерної графіки, навчання зводиться до вивчення тих чи інших програмних засобів. Актуальність даного дослідження зумовлена відсутністю методики вивчення математичних основ комп'ютерної графіки і великим потенціалом комп'ютерної графіки в шкільному курсі інформатики з формування самостійності старшокласників. Проблема дослідження полягає в необхідності обґрунтування методичних аспектів вивчення математичних основ комп'ютерної графіки, що і визначило вибір теми дослідження.

Мета дослідження – визначити зміст математичних основ комп'ютерної графіки та методів навчання учнів у старших класах.

Об'єкт дослідження – навчання інформатики та математики учнів старших класів.

Предмет дослідження – процес навчання математики щодо комп'ютерної графіки в старших класах.

Завдання:

– визначити місце теми «Комп'ютерна графіка» у шкільному курсі інформатики початкової, основної та старшої школи;

– проаналізувати сучасні програмні засоби для вивчення теми "Комп'ютерна графіка";

– обґрунтувати актуальність запровадження факультативного курсу «Математичні основи комп'ютерної графіки» та розробити програму цього курсу;

– розробити методичне забезпечення теоретичних та практичних занять згідно з програмою курсу.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що запропоновано підхід до розробки факультативного курсу про формування математичних основ комп'ютерної графіки в учнів старших класів. Це допоможе учням будувати об'єкти не на інтуїтивному рівні, але на свідомому, а також допоможе розширити сферу застосувань математичних знань.

Теоретична значущість дослідження полягає в обґрунтуванні доцільності навчання математичним основам комп'ютерної графіки в старших класах.

Практична значущість дослідження у тому, що розроблений курс можна, по-перше, використовувати вчителями у процесі навчання комп'ютерної графіки на уроках інформатики; по-друге, застосувати його у позашкільній освіті.

Дипломна робота складається зі вступу, двох параграфів, висновку та додатків із планами-конспектами занять.

У першому параграфі зроблено аналіз змісту навчання комп'ютерної графіки в ЗСО, зроблено огляд відповідних програмних засобів та описані математичні основи комп'ютерної графіки. Другий параграф присвячений розробці методичного забезпечення пропонованого курсу.

§ 1. ВИВЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1. Аналіз змісту навчання комп'ютерної графіки у ЗСО

Вивчення інформатики у закладах середньої освіти відбувається за навчальними програмами [1-3], затвердженими Міністерством освіти і науки України.

Згідно з цими програмами, основні теми, що стосуються комп'ютерної графіки, вивчаються в основному у 2-му, 6-му та 9-му класах, хоча одержані знання використовуються в усіх класах. Крім того, у 10-11 класах ця тема поглиблюється для тих, хто обере вибіркові модулі, пов'язані з комп'ютерною графікою. Проаналізуємо вивчення графіки у згаданих класах з точки зору тематики та використовуваних комп'ютерних програм.

2 клас

Вже 4 роки навчання у початковій школі йде за програмами [1] Нової української школи (НУШ), згідно з якими елементи комп'ютерної графіки вивчаються (за програмою Савченко О.Я.) у таких розділах:

Розділ 4. Комп'ютерні програми. Меню та інструменти:

1. Меню комп'ютерної програми.
2. Огляд різних прикладів меню.
3. Інструменти комп'ютерних програм.
4. Графічний редактор.
5. Інструменти графічного редактора та їх налаштування.
6. Створення та редагування нескладних малюнків.
7. Добір кольорової гами малюнка.
8. Збереження малюнків.

Розділ 5. Створення інформаційних моделей. Змінення готових.

Використання:

1. Перенесення фрагментів малюнка.
2. Виділення і впорядкування даних за певною ознакою.

3.Прості та складені сюжетні геометричні задачі.

4.Копіювання фрагментів малюнку.

Підручники, які б відповідали новій програмі, ще не видані. Проте можна використовувати старі підручники за 2-4 класи, бо у них частково висвітлені потрібні питання. Так, там розглядаються доступні для дітей цього віку прості графічні редактори, наприклад, *Paint*, *Tux Paint*, вбудований графічний редактор *Scratch*.

Зауважимо, що за новою програмою Савченко О.Я. пропонується використовувати таке програмне забезпечення: графічний редактор (офлайн та онлайн версії), зокрема графічний редактор середовища *Scratch*.

6 клас

Згідно з навчальною програмою для 6 класу [2], для вивчення винесено такі питання з теми «Комп'ютерна графіка»:

1. Поняття комп'ютерної графіки.
2. Растрові та векторні зображення, їх властивості. Формати файлів растрових і векторних зображень. Налаштування параметрів та перетворення формату готового зображення.
3. Особливості побудови й опрацювання векторних зображень. Побудова зображення з графічних примітивів.
4. Операції над об'єктами та групами об'єктів.
5. Багатошарові зображення, розміщення об'єктів у шарах.
6. Додавання тексту до графічних зображень та його форматування.

У цьому розділі учні мають навчитись обґрунтовано вибирати спосіб подання зображення для різних потреб. З цією метою розглядаються основні поняття комп'ютерної графіки, основні принципи кодування растрових та векторних зображень, а також особливості найвідоміших форматів файлів. Оскільки роботу із растровим графічним редактором учні, здебільшого, досить ґрунтовно практикували у початкових класах, у 6 класі передбачено опанування інструментів роботи із векторною графікою, проте окремі потрібні

навички можна набувати також під час роботи в растрових редакторах. Зокрема, важливим є опанування вмінь виконувати операції з окремими об'єктами та їх групами, а також роботи із шарами для створення зображень. При цьому поняття шару можна розглядати як у векторних, так і растрових зображеннях, виходячи із обраної траєкторії навчання.

Рекомендовані підручники за 6-й клас – це [4-7]. Тут повністю висвітлені питання програми, причому розглядаються різні графічні редактори: растрові графічні редактори *Paint.net*, *GIMP*, *Online Photo Editor*, векторні графічні редактори *Inkscape*, *LibreOffice Draw*, *Ooo4Kids Draw*, вбудований векторний редактор у середовищі текстового процесора *MS Word*. Ці програми вже значно складніші ніж ті, що пропонувались у початковій школі.

Слід відмітити, що у кількох підручниках для 6-го класу при вивченні векторної графіки дається спрощене поняття кривих Безьє та описуються інструменти та найпростіші прийоми для роботи з кривими у відповідному векторному графічному редакторі. Справа в тому, що у дітей ще немає потрібної математичної бази для повнішого вивчення цих питань.

9 клас

Згідно з навчальною програмою для 9 класу [2], учні вивчають розділ «3D-графіка» за наступними питаннями:

1. Тривимірна графіка. Класифікація програм для роботи з тривимірною графікою.
2. Принципи тривимірної навігації. Додавання тривимірних примітивів. Переміщення, масштабування, групування, вирівнювання, обертання, копіювання та клонування об'єктів. Екструдкування форми об'єкта.
3. Вершини, ребра, грані. Графічні текстури. Рендеринг тривимірної сцени. Текстові об'єкти та їх редагування. Переміщення по кадрах. Шкала часу.
4. Анімація. Попередній перегляд анімації.
5. Поняття про 3D-друк.

Рекомендовані підручники для 9 класу [8-11] видані всі у 2017 році ще за старою програмою, а нових немає. У цих старих підручниках інформації про 3D-графіку майже немає. Вчителі самостійно розробляють відповідні теми або користуються розробками колег. Вони використовують для вивчення програми *Paint 3D, Tinkercad, Blender*.

Що стосується використання математичних знань при вивченні 3D-графіки у 9-му класі, то вони зовсім недостатні для розуміння навіть найпростіших принципів роботи. Адже учні зовсім ще не вивчали стереометрію, а систему координат, вектори та перетворення фігур вивчали лише для площини.

10-11 клас

Питання, пов'язані із комп'ютерною графікою, у 10-11 класах розглядаються у затверджених у 2018 році програмах [3] таких вибіркового модуль: «Графічний дизайн», «Комп'ютерна анімація», «Тривимірне моделювання». Крім цього, є ще вибіркового модуль «Математичні основи інформатики», проте там немає тем, пов'язаних з математичними основами комп'ютерної графіки. Підручників по цих модулях немає.

Гуртки

Крім навчальних програм з інформатики у ЗСО, затверджених МОН України, є ще розробки авторів чи авторських колективів для факультативного вивчення інформатики. Вони можуть застосовуватися у позашкільних закладах чи на шкільних гуртках.

Найбільш наближеною до нашої теми є навчальна програма [12] з комп'ютерної графіки для 8-9 класів із поглибленим вивченням предметів технічного (інженерного) циклу, схвалена для використання в загальноосвітніх навчальних закладах (лист Інституту модернізації змісту освіти МОНУ від 03.07..2019 № 22.1/12-Г-720). Вона розрахована на два роки навчання (140 год.) і містить такі теми:

1. Комп'ютерна графіка та галузі її використання.

2. Основи роботи з кольором в комп'ютерній графіці.
3. Основи растрової графіки.
4. Растровий редактор MS Paint.
5. Растровий редактор Adobe Photoshop.
6. Основи векторної графіки.
7. Векторний редактор Corel Draw.
8. Основні положення систем автоматизованого проектування (САПР).
9. Автоматизація інженерно-графічних робіт засобами САПР КОМПАС.
10. Основи 3D моделювання.
11. Особливості 3D моделювання у середовищі САПР КОМПАС 3D.

Основні завдання цього курсу тісно пов'язані з інженерним профорієнтаційним спрямуванням, адже полягають у засвоєнні комп'ютерної графіки як провідного засобу проектної та конструкторської діяльності, формуванні практичних умінь і навичок створення й оброблення растрових і векторних графічних зображень, виконанні креслярсько-графічних робіт у середовищі спеціально орієнтованих програмних засобів.

У вказаній програмі недостатньо вивчаються математичні основи комп'ютерної графіки. Це і зрозуміло, адже діти 8-9 класів ще не мають відповідної математичної підготовки. Проте учні 10-11 класів мають потрібні знання з алгебри та геометрії, які стосуються: векторів, фігур і ліній у просторі; властивостей та графіків основних елементарних функцій; поняття дотичної до графіка функції; дослідження функції за допомогою похідних.

Тому виникає потреба розробити факультативний курс комп'ютерної графіки із врахуванням вивчення математичних основ саме для старшокласників, оскільки ця тематика не охоплена в повній мірі наявними програмами.

1.2. Огляд програмних засобів комп'ютерної графіки для учнів старших класів

У цьому пункті охарактеризуємо програмні засоби, які можуть використовуватися старшокласниками при вивченні пропонованого курсу.

Розглянемо спочатку програми для растрової графіки.

Растрова графіка – найпопулярніший у світі вид цифрової комп'ютерної графіки. Растрова графіка оточує нас усюди. Усі цифрові фотоапарати у світі роблять растрові знімки, усі цифрові відеокамери створюють відео із послідовності растрових кадрів. Усі зображення растрової графіки складаються з пікселів і при масштабуванні зображення якість зображення погіршується.

Adobe PhotoShop

Adobe PhotoShop (рисунок 1) вважається одним з кращих графічних редакторів, який включає всі необхідні інструменти для редагування та створення зображень.



Рис. 1. Значок Adobe PhotoShop

Переваги:

- різноманітний функціонал для редагування зображень;
- операційні системи, що підтримуються: Windows, MacOS, Ipad OS;
- у списку підтримуваних мов інтерфейсу є українська мова;
- можливість зміни користувачем налаштувань інтерфейсу;
- наявність пробної версії на 30 днів.

Недоліки:

- програма платна;
- відсутність разової покупки всієї програми;
- потребує великої кількості вільного простору на жорсткому диску;

- складна для користувачів-початківців.

GIMP

GIMP – растровий графічний редактор для створення та обробки растрової графіки (рисунок 2).



Рис. 2. Значок GIMP

Переваги:

- програма безкоштовна;
- підтримувані операційні системи: Windows, MacOS, Ipad OS, Linux;
- у списку підтримуваних мов інтерфейсу є українська мова;
- потребує невеликої кількості вільного простору на жорсткому диску.

Недоліки:

- невеликий функціонал;
- незручний інтерфейс.

Розглянемо далі програми для векторної графіки. Векторна графіка - це математична функція і при збільшенні картини вона не зміниться, а залишиться чіткою. На відміну від растрової графіки вектор не складається з пікселів. Відображення зображень відбувається за спеціальними формулами і саме тому якість картини при масштабуванні залишається без змін. Тому векторна графіка переважно використовується до створення логотипів, фірмових стилів, друку та ін. [13]

Adobe Illustrator

Для роботи з векторною графікою використовують таку програму як Adobe Illustrator (рисунок 3). Adobe Illustrator вважається одним з найкращих та популярних програм для роботи із векторною графікою. Вона часто використовується для оформлення презентацій, для малювання ілюстрацій, створення логотипів, фірмових стилів, друку і т.д.



Рис. 3. Значок Adobe Illustrator

Переваги:

- велика кількість інструментів для роботи з текстом та зображеннями;
- операційні системи, що підтримуються: Windows, OS X, Ipad OS;
- у списку підтримуваних мов інтерфейсу є українська мова.

Недоліки:

- програма платна;
- відсутність разової покупки всієї програми;
- потребує великої кількості вільного простору на жорсткому диску.

CorelDraw

Аналогом програми Adobe Illustrator є CorelDraw (рисунок 4), яка також використовується для векторної графіки. Але ця програма застаріла, повільніше оновлюється в порівнянні з Adobe Illustrator.



Рис. 4. Значок CorelDraw.

Переваги:

- операційні системи, що підтримуються: Windows, Linux, MacOS;
- у списку підтримуваних мов інтерфейсу є російська мова;
- потребує невеликої кількості вільного простору на жорсткому диску;
- підтримка різних форматів;
- простий в освоєнні.

Недоліки:

- програма платна.

Inkscape

Inkscape – векторний графічний редактор, який дуже простий у використанні (рисунок 5).



Рис. 5. Значок Inkscape

Переваги:

- операційні системи, що підтримуються: Windows, Linux і MacOS;
- у списку підтримуваних мов інтерфейсу є російська мова;
- програма безкоштовна.

Недоліки:

- в порівнянні з іншими програмами працює повільніше.

На закінчення розглянемо програми для тривимірної графіки. Тривимірна графіка - розділ комп'ютерної графіки, в якому об'єкти описуються та відображаються у тривимірному просторі.

Autodesk 3dsMax

Autodesk 3dsMax – програма для 3D-моделювання, анімації та візуалізації під час створення ігор та проектування (рисунок 6).



Рис. 6. Значок Autodesk 3dsMax

Переваги:

- проста у використанні;
- можливість створити реалістичні картинки.

Недоліки:

- програма платна;
- операційна система, що підтримується: Windows;
- у списку підтримуваних мов інтерфейсу відсутня українська мова;
- не підходить для створення людей та тварин;
- недостатня анімація.

Autodesk AutoCad

Autodesk AutoCad – програма для створення 2D та 3D креслень. Вона призначена для проектування та креслення. Ця програма підходить для проектувальників у будівництві та промисловості (рисунок 7).



Рис. 7. Значок Autodesk AutoCad

Переваги:

- полегшує побудову креслень;

- можливість перенесення до інших програм Autodesk;
- операційні системи, що підтримуються: Windows, MacOS, iOS, Android;
- у списку підтримуваних мов інтерфейсу є російська мова.

Недоліки:

- є непотрібні інструменти, які захаращують панель;
- програма платна.

Blender

Blender – програма для створення тривимірної графіки, яка включає в себе засоби моделювання, анімації, скульптурування (рисунок 8).



Рис. 8. Значок Blender

Переваги:

- великий функціонал;
- операційні системи, що підтримуються: Windows, MacOS, Linux;
- у списку підтримуваних мов інтерфейсу є українська мова;
- програма безкоштовна.

Недоліки:

- об'єкти/персонажі виходять нереалістичними.

Tinkercad

Tinkercad – це безкоштовна онлайн-програма 3D моделювання, яка працює у веб-браузері та є платформою для створення моделей для 3D-друку (рисунок 9).



Рис. 9. Значок Tinkercad

Переваги:

- програма не потребує завантаження;
- безкоштовна;
- у списку підтримуваних мов інтерфейсу є російська мова;
- простий набір інструментів.

Недоліки:

- залежність від наявності інтернету;
- доступна обмежена можливість перетворень фігур.

Ці програми використовуються під час вивчення теми «Комп'ютерна графіка». Використовуються як безкоштовні, так і платні програми, складні, і прості у використанні. Проаналізувавши їх можливості, робимо висновок, що для учнів старших класів одним з найкращих графічних редакторів для растрової графіки є Adobe PhotoShop, для векторної графіки - Adobe Illustrator, для тривимірної графіки – Blender. Тому на них ґрунтуватиметься наш факультативний курс.

1.3. Математичні основи комп'ютерної графіки

Для опанування учнями матеріалу курсу потрібні такі знання з математики: означення основних плоских фігур (точки, прямої, відрізка, площини); прямокутні декартові системи координат на площині і в просторі; координати точки на площині і в просторі; властивості і графіки функцій (лінійної, квадратичної, степеневої); перетворення графіків функцій; рівняння кола, параболи, гіперболи; тригонометричні вирази; елементи стереометрії; вектори та дії над векторами тощо.

Крім цих понять, у процесі вивчення учні знайомляться з новими поняттями. Коротко опишемо їх.

Математичні основи растрової графіки

Математичною основою растрової графіки є дискретне косинусне перетворення, яке використовується в алгоритмі стиснення зображення формату JPEG. Для визначення одновимірного дискретного косинусного перетворення використовується формула:

$$t(k) = c(k) \sum_{n=0}^{N-1} s(n) \cos \frac{\pi(2n+1)k}{2N},$$

для $0 \leq k \leq N-1$, де s – масив N вхідних значень, t – масив N перетворених значень, а коефіцієнти c задаються

$$c(0) = \sqrt{\frac{1}{N}}, c(k) = \sqrt{\frac{2}{N}},$$

для $1 \leq k \leq N-1$.

Крім цього перетворення, використовується ще двовимірне косинусне перетворення

$$t(i,j) = c(i,j) \sum_{n=1}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} s(m,n) \cos \frac{\pi(2m+1)i}{2N} \cos \frac{\pi(2n+1)j}{2N},$$

де $s(m,n)$ - елементи вихідного двовимірного масиву, $t(i,j)$ - елементи перетвореного двовимірного масиву, $c(i,j)$ - коефіцієнти.

Математичні основи векторної графіки

Для того, щоб вміти створювати об'єкти векторної графіки, необхідно мати базові математичні знання, тому що будь-які дані про графічний об'єкт зберігаються в пам'яті комп'ютера у вигляді різних математичних формул.

У векторній графіці математичною основою є властивості геометричних фігур. Основною геометричною фігурою у векторній графіці є лінія. Тому векторна графіка ґрунтується на математичному поданні лінії.

1. Точка. Перша фігура, з якою необхідно познайомитись – точка. Щоб визначити положення точки щодо початку координат необхідно задати точку двома координатами $(x; y)$ (рисунок 10).

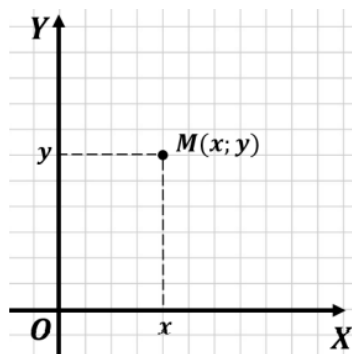


Рис. 10. Координати точки

2. Пряма лінія. Пряма задається рівнянням $y = kx + b$. Функція, представлена в такому вигляді, називається лінійною функцією. Для побудови прямої достатньо знати параметри k та b (рисунок 11).

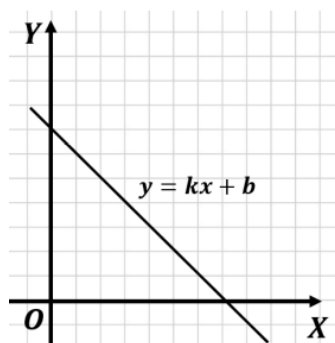


Рис. 11. Пряма лінія, $k < 0$

Якщо пряма проходить через дві точки $A_1(x_1; y_1), A_2(x_2; y_2)$, то вона задається рівнянням:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

3. Відрізок прямої. Для того, щоб задати відрізок прямої, необхідно ввести ще два параметри, які називаються кінцями відрізка (початок і кінець відрізка). Наприклад, пряма $y = kx + b$ на відрізку $[x_1; x_2]$ (рисунок 12).

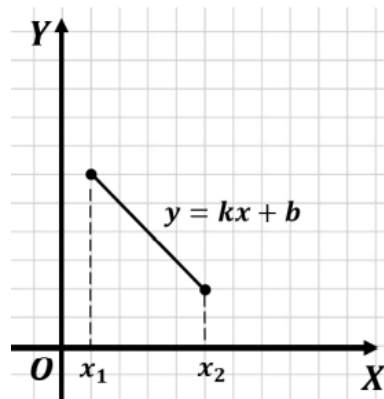


Рис. 12. Відрізок прямої

4. Крива другого порядку. Криві, які задаються рівнянням другого степеня, називаються кривими другого порядку. До них відносяться параболи, гіперболи, кола та інші лінії. Максимальна кількість параметрів необхідна для побудови кривої другого порядку – п'ять. Рівняння кривої другого порядку загалом виглядає так:

$$x^2 + a_1y^2 + a_2xy + a_3x + a_4y + a_5 = 0.$$

На рисунку 13 зображено графік кривої другого порядку (парабола).

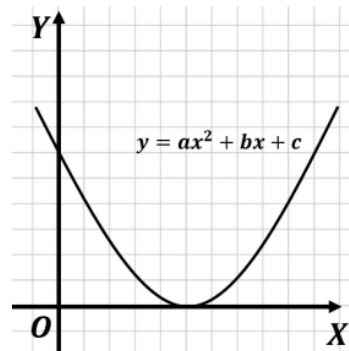


Рис. 13. Крива другого порядку

Для того, щоб задати відрізок кривої другого порядку, необхідно ввести ще два параметри. Наприклад, парабола $y = ax^2 + bx + c$ на відрізку $[x_1; x_2]$, яка зображена на рисунку 14.

Криві другого роду не мають точок перегину. Точки перегину – це точки на графіку функції, що мають абсциси, при переході через які друга похідна функції змінює знак.

Приклад. Знайти точки перегину параболи $y = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$.

Знайдемо другу похідну: $y' = 2ax + b$, $y'' = 2a$. Оскільки $2a \neq 0$, то функція не має критичних точок 2-го роду, тому не має точок перегину.

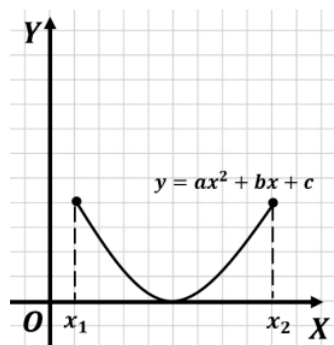


Рис. 14. Відрізок кривої другого порядку

5. Крива третього порядку. Криві, які задаються рівнянням третього степеня, називаються кривими третього порядку. Рівняння кривої третього порядку загалом виглядає так:

$$x^3 + a_1y^3 + a_2x^2y + a_3xy^2 + a_4x^2 + a_5y^2 + a_6xy + a_7x + a_8y + a_9 = 0.$$

Ці лінії більше відповідають лініям, які можна помітити в об'єктах, що оточують нас. Наприклад, графіки кривих третього порядку при певних значеннях параметрів нагадуватимуть лінії вигину людського тіла. Саме тому у векторній графіці основним об'єктом є крива третього порядку. [15]

На рисунку 15 зображена крива третього порядку (кубічна парабола $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ з точкою перегину).

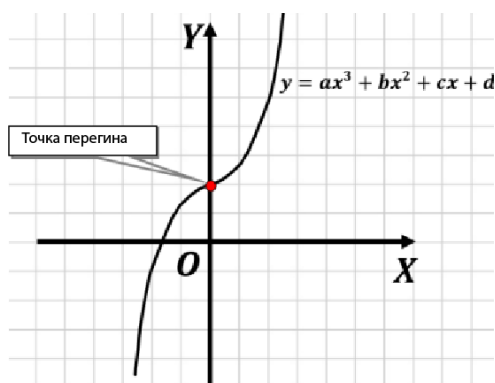


Рис. 15. Крива третього порядку

Максимальна кількість параметрів, необхідних для побудови кривої третього порядку – дев'ять.

Для того, щоб задати відрізок кривої третього порядку, необхідно ввести ще два параметри. Наприклад, кубічна парабола $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ на відрізку $[x_1; x_2]$, яка зображена на рисунку 16.

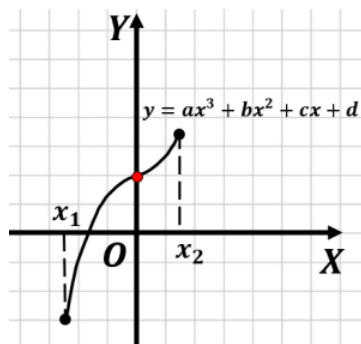


Рис. 16. Відрізок кривої третього порядку

Кубічна парабола має одну точку перегину.

Приклад. Знайти точки перегину функції $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$, $a \neq 0$.

Друга похідна : $y' = 3ax^2 + 2bx + c$, $y'' = 6ax + 2b$. Знайдемо критичну точку 2-го роду, розв'язавши рівняння $6ax + 2b = 0$, $x_0 = -\frac{b}{3a}$. Нехай $a > 0$, тоді при переході через x_0 друга похідна міняє знак з мінуса на плюс. Тому в точці x_0 є перегин. Якщо $a < 0$, то y'' міняє знак з плюса на мінус, тому також буде перегин. Точка перегину $(-\frac{b}{3a}; \frac{b^3 - 4abc + 8a^2d}{8a^2})$.

Зважаючи на результати цього дослідження, робимо висновок, що на рисунку 15-16 зображена парабола з коефіцієнтом $b = 0$.

6. Криві Безьє. Оскільки малювати криві третього порядку за заданими коефіцієнтам її рівняння є досить довгий процес, то почали застосовувати спеціальний вид кривих, які називаються криві Безьє [14]. Відрізки кривих Безьє – це окремий випадок відрізків кривих певного порядку. Працювати з кривими Безьє набагато простіше, тому що вони описуються вісьмома параметрами на відміну від довільних відрізків кривих третього порядку. Для побудови кривих Безьє використовуються дотичні, які проводяться в точках кінців лінії. Дотичні виконують роль «важелів», які допомагають згинати лінію так, як потрібно. При управлінні дотичної змінюється лінія за рахунок

кута нахилу дотичної та її довжини. Розглянемо, як описуються криві Безьє математичними формулами. Крива Безьє задається опорними точками. Їх може бути кілька (2, 3, 4 і т. д.). Наприклад, на малюнках зображені криві, побудовані по 2-х точках (рисунок 17), по 3-х точках (рисунок 18), по 4-х точках (рисунок 19).

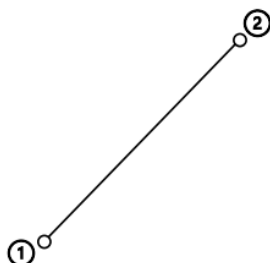


Рис. 17. Крива Безьє з двома опорними точками

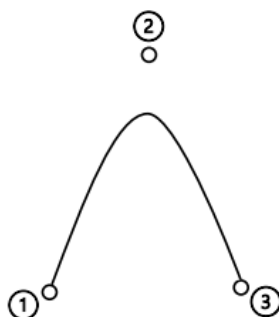


Рис. 18. Крива Безьє з трьома опорними точками

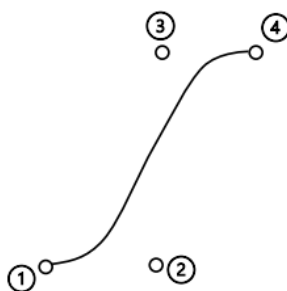


Рис. 19. Крива Безьє з чотирма опорними точками

Властивості кривих:

- 1) опорні точки можуть не лежати на кривій;
- 2) степінь кривої дорівнює різниці кількості опорних точок та одиниці;
- 3) крива буде всередині фігури, обмеженої відрізками, що з'єднують опорні точки (рисунок 20).

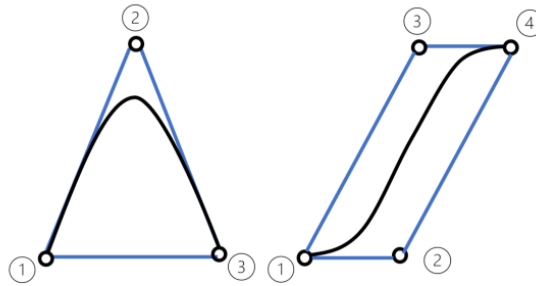


Рис. 20. Криві Безьє, обмежені відрізками

Спробуємо побудувати криву Безьє, використовуючи математичну формулу. Вираз, яким задаються точки кривої Безьє:

$$A = \sum_{k=0}^n A_k b_{k,n}(t) \quad (1)$$

для $0 \leq t \leq 1$, де $A_k(x_k; y_k)$ - опорні точки кривої (їх кількість $n + 1$, бо $0 \leq k \leq n$); A -довільна точка кривої, що залежить від параметра t ; $b_{k,n}(t) = C_n^k t^k (1 - t)^{n-k}$, причому $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$.

Координати точок кривої описуються залежно від параметра $t \in [0; 1]$. Якщо перша точка має координати $A_1 = (x_1; y_1)$, а друга $A_2 = (x_2; y_2)$, то формула для двоточкової кривої матиме такий вигляд:

$$A = (1 - t)A_1 + tA_2. \quad (2)$$

Якщо перша точка має координати $A_1 = (x_1; y_1)$, друга $A_2 = (x_2; y_2)$ та третя $A_3 = (x_3; y_3)$, то формула для триточкової кривої матиме вигляд:

$$A = (1 - t)^2 A_1 + 2(1 - t)t A_2 + t^2 A_3. \quad (3)$$

Формула для чотириточкової кривої буде мати вигляд:

$$A = (1 - t)^3 A_1 + 3(1 - t)^2 t A_2 + 3(1 - t)t^2 A_3 + t^3 A_4. \quad (4)$$

Таким чином, можна вивести формулу для кривої з n -ою кількістю опорних точок.

Щоб отримати координати x та y точок A , необхідно підставити відповідні координати x_k і y_k точок A_k .

Щоб отримати координати триточкової кривої, підставимо у формулу (3) координати точок A_1, A_2, A_3 . Одержимо

$$\begin{cases} x = (1 - t)^2 x_1 + 2(1 - t)tx_2 + t^2 x_3, \\ y = (1 - t)^2 y_1 + 2(1 - t)ty_2 + t^2 y_3. \end{cases} \quad (5)$$

Розберемо на конкретному прикладі. Виберемо контрольні точки з координатами $A_1 = (0; 0)$, $A_2 = (3; 3)$ та $A_3 = (6; 0)$, як зображено на рисунку 21.

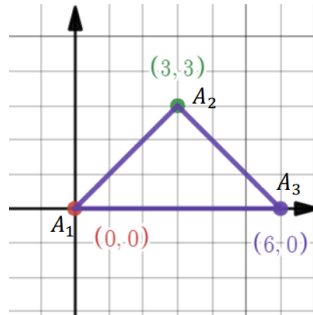


Рис. 21. Координати точок

Підставимо координати у формулу (5). Тоді отримаємо

$$\begin{cases} x = (1 - t)^2 \cdot 0 + 2(1 - t)t \cdot 3 + t^2 \cdot 6, \\ y = (1 - t)^2 \cdot 0 + 2(1 - t)t \cdot 3 + t^2 \cdot 0' \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 6t, \\ y = 6t - t^2. \end{cases}$$

Оскільки $t \in [0; 1]$, то для кожного t з цього відрізка набір $(x; y)$ утворює криву, яка складатиметься з безлічі точок з координатами $(x; y)$. На рисунку 22 позначено кілька значень $(x; y)$.

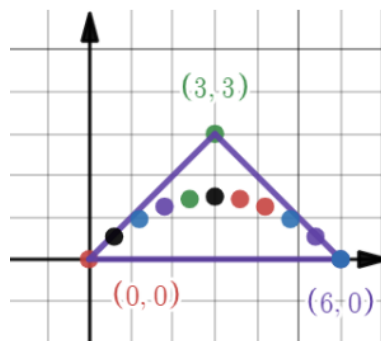


Рис. 22. Точки, що утворюють криву Безьє

Усі графічні векторні редактори для зображення використовують криві Безьє, тому дуже важливо розуміти, як вони будуються.

Математичні основи тривимірної графіки.

Для роботи в будь-якій програмі тривимірної графіки знання математичних основ необхідне [15,16]. Адже неможливо побудувати об'ємну модель, не знаючи яким тілом вона є, з чого складається і як вона будується.

Допустимо учню необхідно змоделювати у програмі триповерховий будинок. Як учень може побудувати у програмі 3D об'єкт, якщо він не знатиме, як зображуються об'ємні фігури у просторі? Завдання набагато ускладниться, якщо задати додаткові умови, наприклад, змоделювати будинок довжиною 12 м, шириною 10 м та висотою 8 м. Для того, щоб це змоделювати учень повинен володіти базовими знаннями математики, які необхідні для роботи у цій галузі, саме у тривимірній графіці.

Щоб учень міг працювати у програмі для побудови 3D об'єктів, необхідно показати, як математично описуються об'єкти у тривимірному просторі. Тривимірні об'єкти описуються точками, які представлені в декартовій прямокутній системі координат у просторі.

У двовимірній графіці кожна точка описується двовимірними координатами, а тривимірній графіці кожен об'єкт і кожна точка об'єкта характеризується трьома координатами: x – абсциса, y – ордината, z – апліката. Одна координата визначає ширину, друга – висоту, третя – глибину. Тривимірну систему координат можна подати у двох видах: лівостороння система координат і правостороння система координат (рисунок 23).

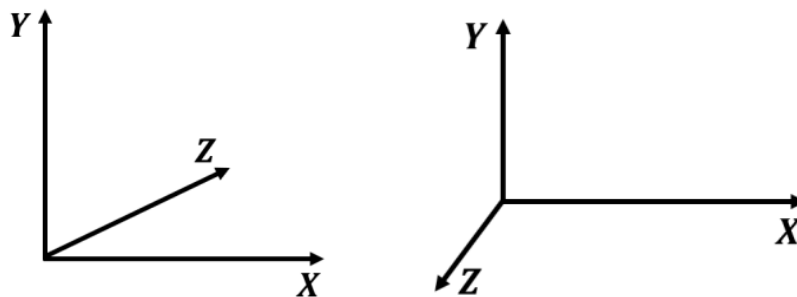


Рис 23. Лівостороння та правостороння системи координат

У різних графічних редакторах використовуються різні системи координат. У математичну основу тривимірної графіки також входять такі

теми, як «Рівняння прямих, ліній і площин», «Тривимірні перетворення та проекції», «Тіла. Тіла обертання. Обчислення їх об'ємів і площ поверхонь» та «Перерізи тіл».

§ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ОСНОВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

2.1. Програма курсу

Аналізуючи результати першого параграфа, приходимо до розуміння необхідності впровадження курсу «Математичні основи комп'ютерної графіки» для кращого розуміння функціонування будь-якої програми для роботи з графікою.

Цей курс необхідний, тому що при роботі з будь-яким програмним забезпеченням учні не розуміють, наприклад, як отримана крива Безье, як будуються об'ємні фігури, як вони кодуються і т. д. Тому потрібно показувати математичну базу комп'ютерної графіки. Також важливість формування математичних основ комп'ютерної графіки в учнів можна пояснити на найпростішому прикладі. Є люди, які добре малюють, а є художники. Так само з фахівцями з комп'ютерної графіки: є звичайні фахівці, а є висококваліфіковані. Багато в чому їх відрізняє знання математики, вміння розуміти детально те, що робиш. Якщо ми хочемо, щоб наші учні у майбутньому стали висококваліфікованими фахівцями, то варто приділяти велику увагу формуванню математичних основ комп'ютерної графіки.

У цьому параграфі опишемо розробку пропонованого факультативного курсу «Математичні основи комп'ютерної графіки». Цей курс призначена для учнів старших класів та розрахований на 36 годин (по одній годині на тиждень).

Мета курсу – формування математичних основ комп'ютерної графіки в учнів старших класів для використання інструментів професійного сектора при виконанні реальних практичних завдань; вивчення графічних редакторів Adobe Illustrator, Adobe PhotoShop, Blender.

Завдання курсу:

– забезпечення засвоєння учнями програми курсу;

- розширення та поглиблення знань з різних розділів математики;
- засвоєння нових математичних понять та їх застосування;
- розширення та поглиблення знань з теми «Комп'ютерна графіка»;
- вивчення нових графічних редакторів Adobe Illustrator, Adobe PhotoShop, Blender;
- розвиток уміння самостійно виконувати завдання;
- формування досвіду творчої діяльності учнів через дослідницьку діяльність при створенні проектної роботи.

Види діяльності на заняттях: лекція, практикум, консультації, робота з комп'ютером.

Очікувані результати. Вивчення цього курсу дає учням можливість:

- повторити раніше вивчений матеріал шкільного курсу математики;
- отримати нові знання з математики, необхідні для комп'ютерної графіки;
- отримати нові знання з інформатики, необхідні для комп'ютерної графіки;
- використовувати отримані знання на практиці.

Тематичний план факультативного курсу

«Математичні основи комп'ютерної графіки»

№	Назва теми	Кількість годин
<i>1. Математичні основи растрової графіки у Adobe PhotoShop</i>		
1	Інтерфейс графічного редактора Adobe Photoshop: робоча область і смуги прокрутки, стрічка заголовку, стрічка меню, палітри, стрічка стану, панелі інструментів, панель параметрів, контекстне меню програми.	1
2	Геометричні фігури на площині. Перетворення геометричних фігур: паралельне перенесення, поворот, гомотетія, симетрія. Створення зображень інструментами Adobe PhotoShop.	1
3	Роздільна здатність графічних зображень. Залежність між розміром та роздільною здатністю зображень. Зміна роздільної здатності та розмірів зображення.	1
4	Формати файлів растрової графіки, їх переваги та недоліки, область застосування. Математичні основи алгоритмів стиснення та декодування.	1

5	Робота зі стилями зображення. Використання палітри «Стили». Виділення областей правильної та довільної форми. Інструменти виділення. Створення та трансформація виділень. Переміщення виділеної області. Формування виділень за допомогою контурів. Використання палітри «Контури».	1
6	Інструменти ретушування і зміни експозиції (тонування). Інструмент «Штамп». Інструменти «Розмивання», «Різкість», «Палець». Інструменти тонування.	2
7	Шари в Adobe Photoshop. Особливості фонового шару. Палітра «Шари». Налаштування шарів. Властивості шарів. Способи створення, копіювання та видалення шару. Об'єднання шарів.	2
8	Призначення фільтрів. Область застосування фільтрів. Меню «Фільтр». Фільтри для коригування зображень.	1
9	Робота над проектним завданням.	2
2. Математичні основи векторної графіки у Adobe Illustrator		
10	Інтерфейс графічного редактора Adobe Illustrator: робоча область, стрічка заголовку, стрічка меню, панелі інструментів, панель параметрів, контекстне меню програми. Поняття про пряму. Різні способи задання прямої на площині.	1
11	Поняття про криві другого порядку та криві третього порядку. Поняття точок перегину.	1
12	Криві Безьє. Опорні точки. Побудова кривих Безьє по трьох та чотирьох точках.	1
13	Робота з інструментом «Перо».	1
14	Робота з інструментом «Олівець».	1
15	Робота з інструментом «Пензлик».	1
16	Робота з інструментом «Ластик» та «Розпилення символів».	1
17	Робота з інструментом «Поворот» та «Дзеркальне відображення».	1
18	Робота з інструментом «Ширина».	1
19	Робота з інструментом «Сітковий градієнт».	1
20	Робота з інструментом «Спотворення за допомогою оболонки».	1
21	Робота над проектним завданням	2
3. Математичні основи 3D-графіки у Blender		
22	Інтерфейс графічного редактора Blender. Головне меню, контекстне меню та панелі інструментів. Панель параметрів. Робоча область. Дерево побудови. Рядок стану.	1

23	Поняття про ескіз. Вибір площини ескізу. Системи координат. Локальна система координат. Перетворення координат. Афінні перетворення.	1
24	Вектори. Подання вектора в різних системах координат.	1
25	Лінії у просторі. Геометричні фігури у просторі, їх перетворення.	1
26	Операції створення 3D компонентів: операція видавлювання, операція обертання, кінематична операція, операція створення за перерізами.	1
27	Способи відображення 3D моделей: каркасне, без невидимих ліній, з тонкими невидимими лініями, півтонове, півтонове з каркасом, перспектива, з тінню.	2
28	Модифікація об'єктів у тривимірному просторі. Редагування та вимірювання параметрів 3D об'єктів. Керування масштабом відображення графічних зображень (3D моделей).	2
29	Робота над проектним завданням	2
	Разом	36

Факультативний курс "Математичні основи комп'ютерної графіки" складається з трьох розділів: «Математичні основи растрової графіки у Adobe PhotoShop» - 12 годин , «Математичні основи векторної графіки у Adobe Illustrator » - 13 годин та «Математичні основи 3D-графіки у Blender» - 11 годин. Кожен розділ закінчується захистом проектної роботи. Тематику проектної роботи визначає вчитель, а спосіб виконання учні вибирають самостійно. Оцінки учням не виставляються, проте по закінченні навчання учні отримують сертифікат про завершення навчального курсу.

Особливістю курсу "Математичні основи комп'ютерної графіки" є те, що виклад теоретичного матеріалу відбувається на перших заняттях розділу, оскільки спочатку в учнів формуються математичні основи комп'ютерної графіки, а потім проводяться практичні заняття, на яких вивчаються інструменти графічних редакторів Adobe PhotoShop, Adobe Illustrator та Blender.

Далі у пунктах 2.2 - 2.4 викладено матеріал, який буде використовуватися для пояснення теоретичних питань курсу та розроблені

завдання для практичних та самостійних робіт. У додатках 1-10 подані план-конспекти 10-ти практичних занять.

2.2. Навчання математичних основ алгоритмів стиснення

У растровій графіці математичною основою є дискретне косинусне перетворення (див. п. 1.3), яке використовується при стисканні зображень. На початку проходження факультативного курсу учням пропонується ознайомитись із середовищем Adobe PhotoShop, його бібліотекою інструментів та розробити проект за темами: «JPEG. Алгоритм стиснення» та «Декодування JPEG». Попередньо необхідно обговорити деталі проекту та попередити учнів, що основний акцент має бути зроблено на математичні основи.

Етапи роботи над проектом:

1. Визначення мети проекту.
2. Постановка завдань проекту.
3. Висловити одну чи кілька гіпотез.
4. Робота з інформацією.
 - 1) Збір інформації.
 - 2) Методи дослідження.
 - 3) Результати дослідження.

Після виконання проекту учні захищають цю роботу.

Перед виконанням проекту учням треба пояснити, яка математична основа закладена в растровій графіці. Дискретне косинусне перетворення робить розкладання спектром просторових хвиль. Будь-яке монохромне зображення 8 на 8 пікселів можна уявити як сукупність із 64-х базових картинок, на яких зображені періодичні, плавні переходи, що є просторовими хвилями. Якщо накладати ці картинки одна на одну кожну з певним коефіцієнтом, можна отримати, що потрібно.

Дискретне косинусне перетворення (див. пункт 1.3) обчислює коефіцієнти для накладання кожної базової картинки. Усього 64 числа, коефіцієнт – це вага, складові якої відповідають за плавні переходи (загальні риси) і за часті переходи (тонкі деталі). Якщо деталей мало, то коефіцієнти останніх будуть нульовими. І завдяки цьому моменту можна здійснити потужний стиск.

Зображення можна подати у вигляді просторових хвиль. В цьому випадку вісь X – ширина зображення, вісь Y – висота зображення, а на осі Z відкладаються значення кольору пікселя. Цей перехід можна зробити назад. У цьому випадку утворюється матриця, в якій присутні коефіцієнти високочастотні та низькочастотні.

Дискретне косинусне перетворення не здійснює стиснення зображення, а лише перетворює інформацію. Ця інформація буде необхідна для наступного етапу, в якому буде відбуватися стиснення зображення. Цей етап називається квантування. На цьому етапі відбувається втрата інформації або заокруглення за рахунок зменшення кількості бітів. Після квантування йде етап кодування, в якому значення кодуються за допомогою алгоритму кодування.

2.3. Навчання математичних основ векторної графіки

Щодня ми бачимо безліч графічних об'єктів на комп'ютері, телефоні, телевізорі і т. д., не замислюючись, як вони отримані. Ці графічні об'єкти одержані за допомогою векторної графіки. Сьогодні векторна графіка широко використовується у різних галузях. Неможливо уявити жодну бізнес-компанію, яка б не використовувала графічний елемент під час створення будь-якого документа. Вдало побудована презентація – запорука успішного виступу. Тому при проведенні семінарів, конференцій, представленні нових продуктів широко застосовуються презентації, у яких використовується векторна графіка. Векторна графіка також використовується при проектуванні

мікросхем, створенні літаків, використовується в архітектурі для дизайну, планування приміщень, проектування обладнання та у медицині.

Вивчення другого розділу програми курсу починається зі знайомства з інтерфейсом програми Adobe Illustrator та основними її функціями, а далі йде докладніший розбір усіх функцій і способів роботи, які дозволять створити графічний об'єкт за допомогою векторної графіки.

Для того, щоб вміти створювати об'єкти векторної графіки, необхідно мати базові математичні знання, оскільки будь-які дані про графічний об'єкт зберігаються в пам'яті комп'ютера у вигляді різних математичних формул. Тому краще на перших заняттях з розділу «Математичні основи векторної графіки» давати математичну теорію для кращого освоєння програми. Перше теоретичне заняття можна почати з основних геометричних фігур, які використовують у програмах для векторної графіки. Основними геометричними фігурами у векторній графіці є точка та лінії. Малювати лінії у графічних редакторах справа нескладна, але необхідно розуміти, як отримуються ці лінії. Будуються ці лінії за допомогою математичних формул, знання яких дозволить мати повне уявлення того, що ми малюємо. Також знання математичних основ побудови ліній допоможе зробити об'єкт точним завдяки можливості зміни параметрів.

Спочатку необхідно згадати з учнями, як задається точка та пряма. Для того, щоб задати пряму лінію, необхідно згадати з учнями, яким рівнянням задається графік прямої лінії і запитати: «Як зміниться графік прямої, якщо змінити параметри k і b в рівнянні прямої $y = kx + b$?»

Також можна попросити учнів побудувати графіки лінійних функцій в зошиті, щоб подивитися, чи пам'ятають вони, як будуються графіки функцій, і щоб наочно було видно, як змінюється графік при зміні параметрів k і b .

Завдання. Знайти рівняння прямих, з яких складається буква А, зображена на рисунку 24.

При виконанні завдання необхідно подивитись на задані значення x , y ширини та висоти. На рисунку 24 у верхній панелі представлені значення першої та другої прямих, а на рисунку 25 представлені значення третьої прямої.

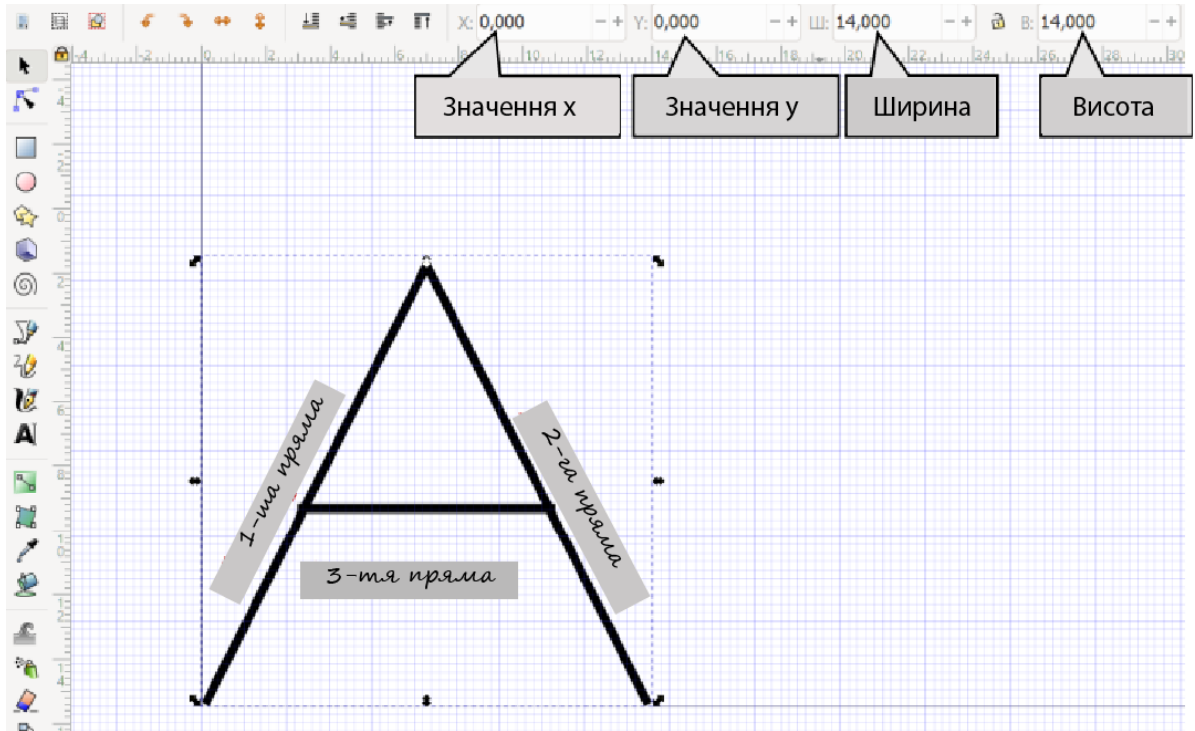


Рис. 24. Літера А зі значеннями першої та другої прямих

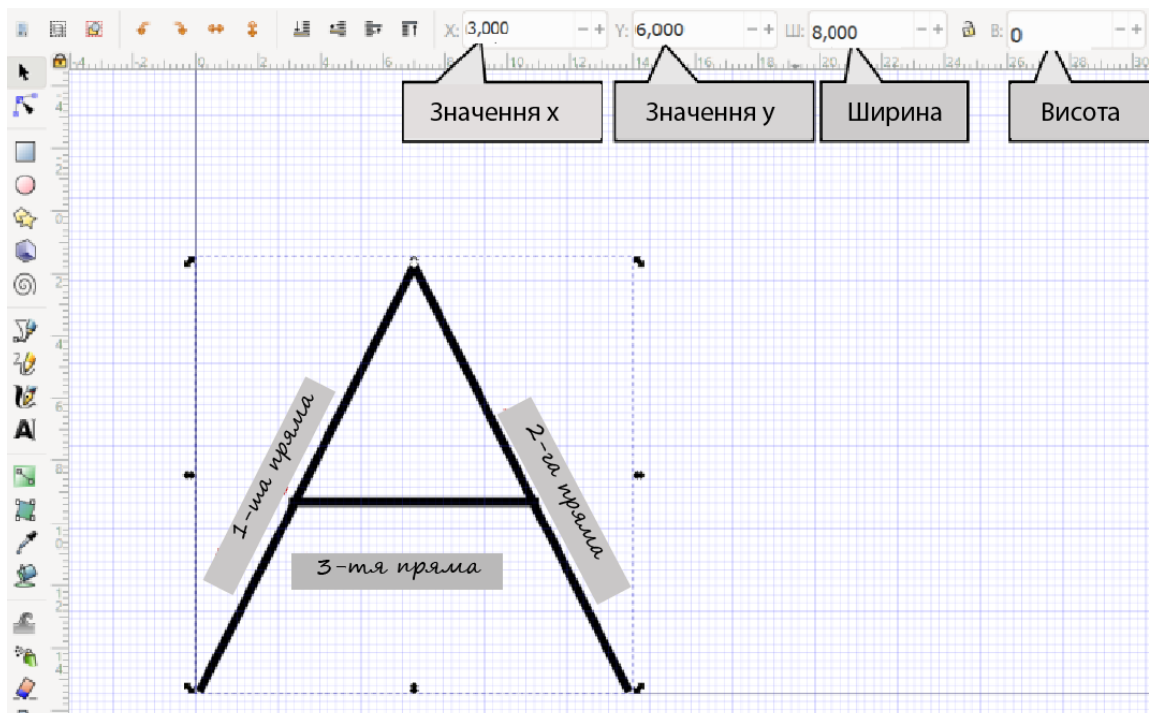


Рис. 25. Літера А зі значеннями третьої прямої

Знайдемо рівняння першої прямої. Оскільки для побудови прямої достатньо двох точок, виберемо на цій прямій будь-які дві точки. Простіше взяти початок та кінець відрізка. Позначимо їх A_1 та A_2 з координатами $A_1(0; 0)$ та $A_2(7; 14)$. Для знаходження рівняння даної прямої необхідно скористатися рівнянням прямої

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1},$$

що проходить через дві дані точки $(x_1; y_1)$ і $(x_2; y_2)$. Якщо учні не знають рівняння прямої, то необхідно їх познайомити з ним. Підставимо координати точок A_1 і A_2 у рівняння прямої:

$$\frac{y - 0}{14 - 0} = \frac{x - 0}{7 - 0}; \frac{y}{14} = \frac{x}{7}; 7y = 14x; y = 2x.$$

Рівнянням першої прямої є $y = 2x$. Але варто врахувати, що ця пряма нескінченна, а на малюнку обмежена, тому необхідно проставити обмеження $0 \leq x \leq 7$.

Знайдемо рівняння другої прямої. Також позначимо точки початку та кінця прямої точками A_2 і A_3 з координатами $A_2(7; 14)$ та $A_3(14; 0)$. Підставимо у рівняння прямої координати точок A_2 і A_3 :

$$\frac{y - 14}{0 - 14} = \frac{x - 7}{14 - 7}; \frac{y - 14}{-14} = \frac{x - 7}{7}; 7(y - 14) = -14(x - 7);$$

$$y = -2x + 28.$$

Рівнянням другої прямої є $y = -2x + 28$. Але варто врахувати, що дана пряма нескінченна, а на малюнку обмежена, тому необхідно поставити обмеження $7 \leq x \leq 14$.

Знайдемо рівняння останньої третьої прямої. Оскільки пряма паралельна осі Ox , то рівняння прямої матиме вигляд $y = b$, де b – відстань між початком координат та точкою перетину прямої з віссю Oy . Тобто $y = 6$. Оскільки пряма обмежена, то $y = 6$ при $3 \leq x \leq 11$.

Усі графіки прямих можна перевірити за допомогою графічних калькуляторів або вручну.

Завдання для самостійної роботи. Знайти рівняння прямих, з яких складається буква К, зображена на рисунках 26-28.

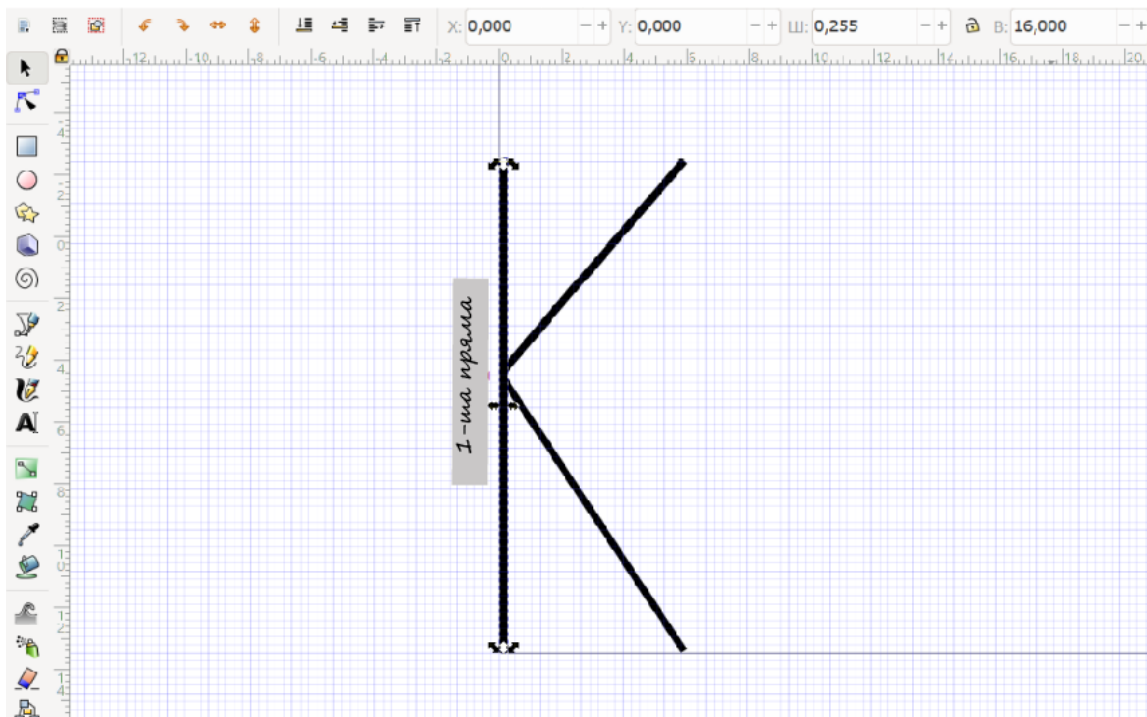


Рис. 26. Літера К зі значеннями першої прямої

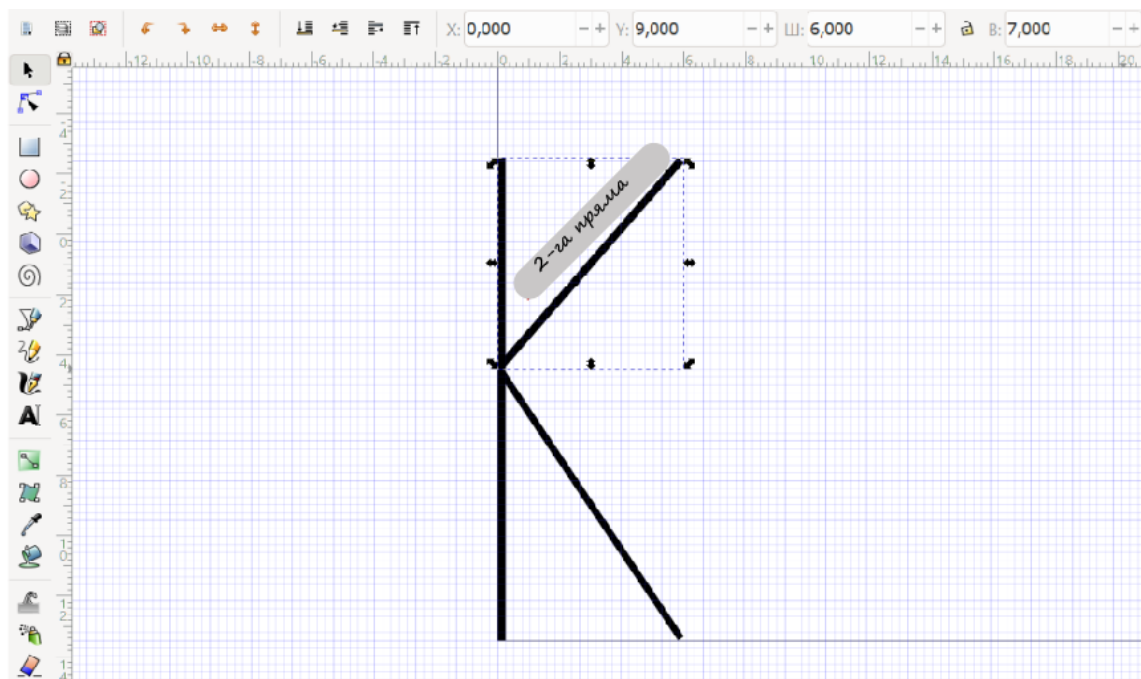


Рис. 27. Літера К зі значеннями другої прямої

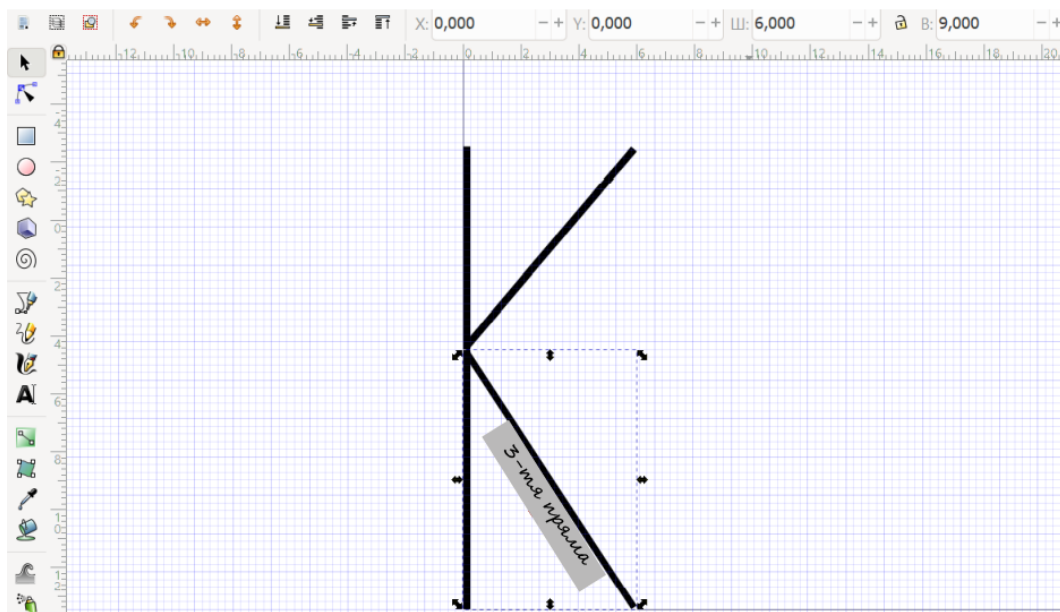


Рис. 28. Літера К зі значеннями третьої прямої

Криві другого порядку

На занятті необхідно розібрати з учнями приклади кривих другого порядку, до яких належать параболи, гіперболи, еліпси, кола та інші лінії. Можна запитати в учнів, як вони думають, чому дані криві називаються кривими другого порядку. Учні мають самі здогадатися, що вони так називаються, оскільки вони задаються рівнянням другого степеня. Також потрібно пояснити, що це криві, які не мають точок перегину. З графіками даних функцій учні також знайомі, але необхідно згадати, яким рівнянням задається кожна лінія. З поняттям «криві другого порядку» школярі не знайомі, оскільки щодо функцій не вводиться загальна назва цих кривих. Тому необхідно пояснити учням, чому криві називаються кривими другого порядку, якщо учні самі не зможуть здогадатися і вивести формулу у загальному вигляді $a_0x^2 + a_1y^2 + a_2xy + a_3x + a_4y + a_5 = 0$.

Перед виконанням завдання необхідно актуалізувати знання учнів на тему «Основні перетворення графіків функцій».

Завдання. Визначити рівняння кривих, зображених на рисунку 29 і схожих на логотип McDonald's.

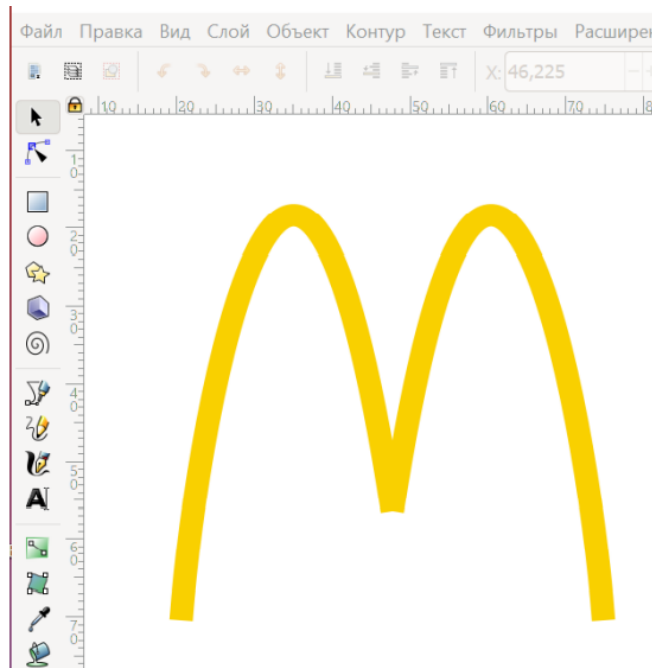


Рис. 29. Логотип McDonald's

Визначити точні рівняння кривих буде неможливо, оскільки на малюнку немає координатної площини, за якою можна було б визначити координати потрібних точок. Тому ми виводитимемо рівняння кривих, які візуально будуть схожі на криві, зображені на рисунку 29. Те, що на рисунку зображені дві параболи, учням буде ясно. Необхідно отримати їх рівняння. Оскільки гілки спрямовані вниз, то коефіцієнт перед x^2 буде від'ємним. Парабола $y = -x^2$ цілком може підійти для лівої кривої об'єкта, зображеного на рисунку 28, але необхідно проставити обмеження щодо x . Наприклад, $-3,5 \leq x \leq 3$, тоді крива набуде вигляду (рисунок 30):

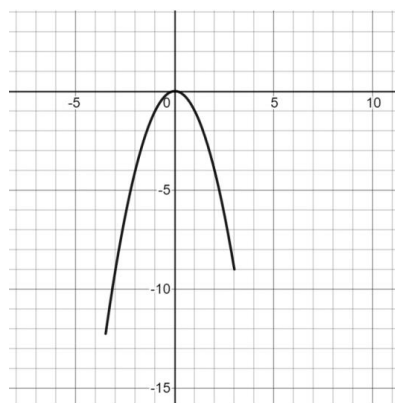


Рис. 30. Графік лівої частини кривої

Другу криву можна одержати шляхом перенесення графіка функції $y = -x^2$ праворуч по осі Ox на кілька одиниць. Наприклад, зробимо перенесення

на шість одиниць, тобто $y = -(x - 6)^2$ і поставимо обмеження $3 \leq x \leq 9,5$. Тоді графік набуде вигляду, як на рисунку 31.

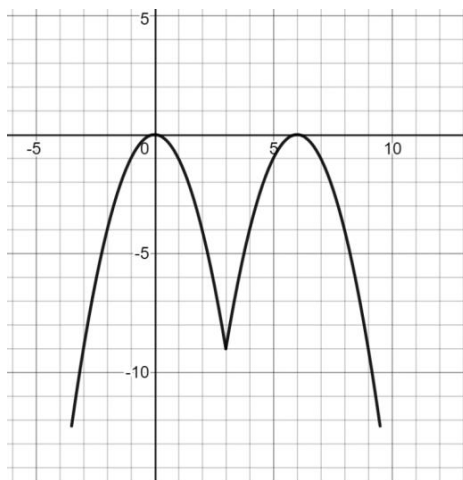


Рис. 31. Графік кривих

Завдання для самостійної роботи. Запропонувати учням вибрати будь-який логотип, що складається з кривої другого порядку, та задати рівняння цієї кривої.

Криві третього порядку

На занятті з цієї теми необхідно згадати з учнями, які криві називаються кривими третього порядку і яким рівнянням задаються в загальному вигляді. Якщо учні не зможуть дати визначення кривих третього порядку і рівняння у загальному вигляді, то вчителю необхідно підвести до визначення та вивести рівняння разом із учнями. Слід також спитати, чим відрізняються криві третього порядку від кривих другого порядку. Якщо на це питання не буде отримано точну відповідь, то слід з учнями побудувати графіки кривої другого порядку та кривої третього порядку. За графіками учням буде зрозуміло, що вони відрізняються тим, що крива третього порядку, на відміну від кривої другого порядку, має точку перегіну.

Важливість вивчення кривих третього порядку полягає в тому, що ці криві є основою відображення довкілля у векторній графіці.

Можна розглянути з учнями криву $y = x^3$. Графік цієї кривої схожий на лінії вигину людського тіла. Саме за допомогою цих кривих і будуються у графічних редакторах векторні зображення. На рисунку 32 зображені контури

людського тіла. Коли ми малюємо об'єкти в будь-якому графічному редакторі, ми не використовуємо математичні формули, а будуємо їх за допомогою наявних інструментів. Як ми знаємо, всі зображення векторної графіки одержуються за допомогою геометричних об'єктів, таких як точка, пряма, відрізок і т. д. Об'єкти, зображені на рисунку 32, є кривими третього порядку, які задаються певними рівняннями.

Завдання. Визначити, якими рівняннями задаються криві, зображені на рисунку 32.

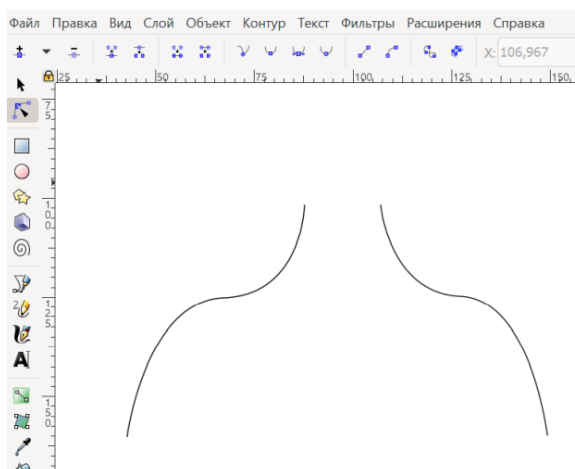


Рис. 32. Обриси людського тіла

Криві, зображені на рисунку 32, схожі на графік функції $y = x^3$, який потрібно перетворити. З учнями потрібно з'ясувати, за яких коефіцієнтів графік функції $y = x^3$ буде схожий з кривими, представленими на рисунку 32. Якщо коефіцієнт перед x^3 буде більше одиниці, то графік звужиться вздовж осі Oy , як показано на рисунку 33.

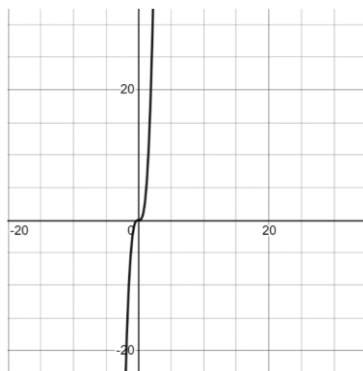


Рис. 33. Графік функції $y = x^3$

Тому необхідно взяти значення коефіцієнта біля x^3 менше за одиницю, але більше за нуль. Наприклад, графік функції $y = 0,25x^3$ (рисунок 34) більше схожий на потрібну криву, зображену на рисунку 32, але краще взяти число набагато менше, щоб графік розширився вздовж осі Oy .

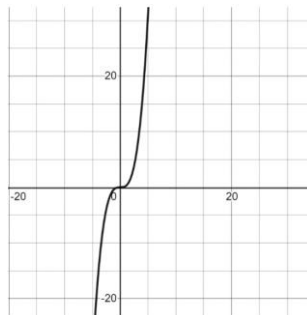


Рис. 34. Графік функції $y = 0,25x^3$

Графік функції $y = \frac{x^3}{65}$, зображений на рисунку 35, досить схожий на потрібну нам криву.

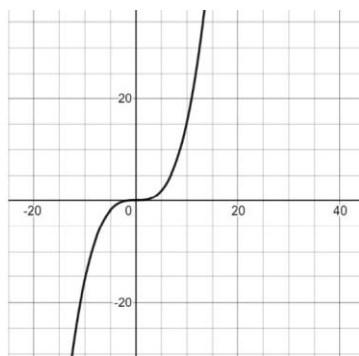


Рис. 35. Графік функції $y = \frac{x^3}{65}$

Залишилося визначити рівняння правої кривої. Права крива буде симетрична до кривої $y = \frac{x^3}{65}$ відносно вертикальної прямої. Тобто необхідно поставити знак мінус перед функцією: $y = -\frac{x^3}{65}$. А також необхідно зробити перенесення по осі Ox на кілька одиниць вправо. Наприклад, на 25 одиниць, тобто $y = -\frac{(x-25)^3}{65}$ (рисунок 36).

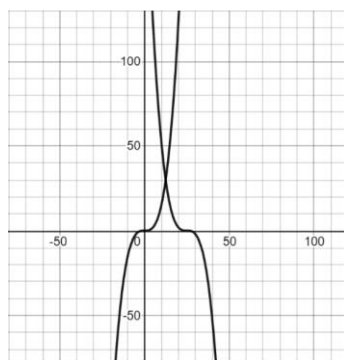


Рис. 36. Графік функцій $y = -\frac{(x-25)^3}{65}$ та $y = \frac{x^3}{65}$

Щоб не було перетинів, необхідно проставити обмеження по y . Наприклад, $-20 \leq y \leq 10$. Тоді графіки будуть виглядати, як на рисунку 37.

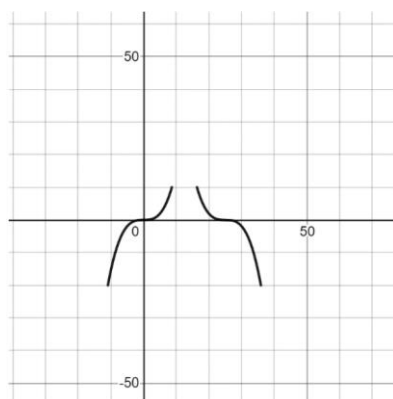


Рис. 37. Графік обмежених функцій $y = -\frac{(x-25)^3}{65}$ та $y = \frac{x^3}{65}$

Ми отримали практично такі ж криві, як на рисунку 32. Рівняння даних кривих не є рівняннями кривих, зображених на рисунку 32, ми лише вивели приблизні формули, щоб розуміти, графіками функцій якого виду вони є. Потрібно також сказати учням, що саме у такому вигляді кодуються об'єкти у графічних редакторах.

Завдання для самостійної роботи. Зобразити будь-яку криву третього порядку у програмі та вивести її рівняння.

Криві Безьє

Заняття потрібно почати з пояснення того, які прямі називаються кривими Безьє [14] і для чого вони потрібні. Криві Безьє – це окремий випадок кривих певного порядку. Потрібно пояснити учням, що вони були створені для зручності побудови, оскільки задача побудови кривих третього порядку за

заданими коефіцієнтами рівняння є досить складною. Криві Безьє використовуються у комп'ютерній графіці для малювання плавних вигинів.

Далі треба розглянути, як будуються криві Безьє.

Задається крива Безьє опорними точками. Якщо крива Безьє має дві опорні точки, то це відрізок прямої, що сполучає ці точки. Якщо крива має більше трьох опорних точок, то вона буде складнішою.

Завдання. Побудувати криву Безьє за трьома точками.

1) Відзначимо довільно три опорні точки, як представлено на рисунку 38.

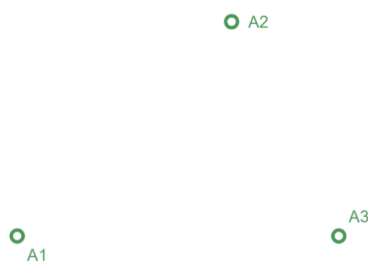


Рис. 38. Три опорні точки

2) Проведемо між цими опорними точками відрізки: A_1A_2 , A_2A_3 (рисунок 39).

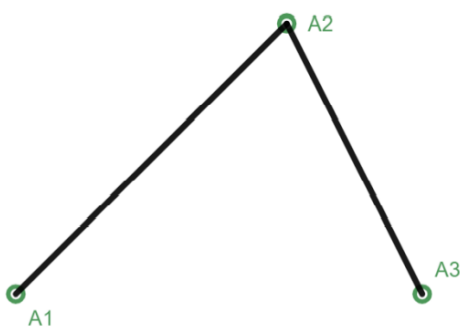


Рис. 39. Відрізки, що з'єднують опорні точки

3) Відзначимо на відрізках, що утворилися, точки, що показують частину (t) пройденої відстані від початку кожного відрізка. Оскільки відрізків два, то й точок теж буде дві. При $t = 0$ точки будуть на початку відрізка. При $t = 0,25$ точки будуть на відстані $\frac{1}{4}$ довжини відрізка, відкладеної від початку відрізка (рисунок 40).

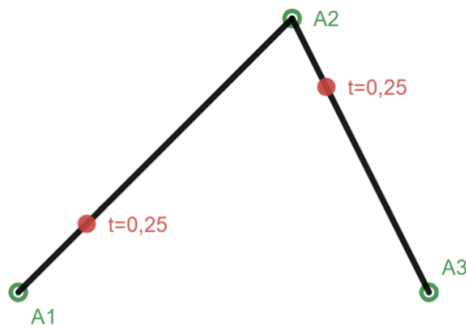


Рис. 40. Точки на відстані $t = 0,25$, розташовані на відрізках

4) З'єднавши дані точки, одержимо відрізок дотичної до кривої (рисунок 41).

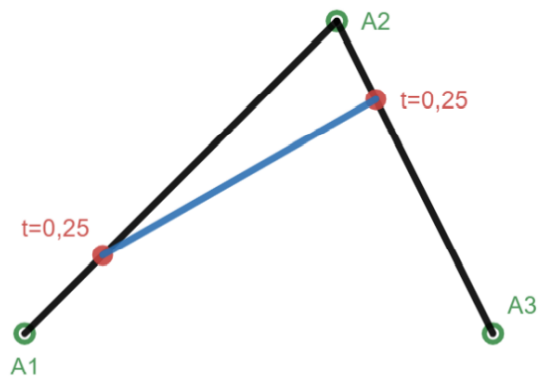


Рис. 41.

5) Відзначимо на відрізку, що утворився, точку також на відстані $\frac{1}{4}$ від початку відрізка (рисунок 42).

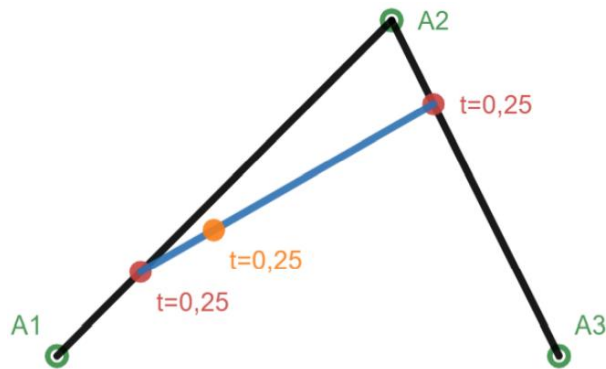


Рис. 42

Перша точка кривої готова. Це точка дотику дотичної до кривої.

Якщо взяти $t = 0,5$, то точки стоятимуть на відстані $\frac{1}{2}$ від початку відрізка (рисунок 43).

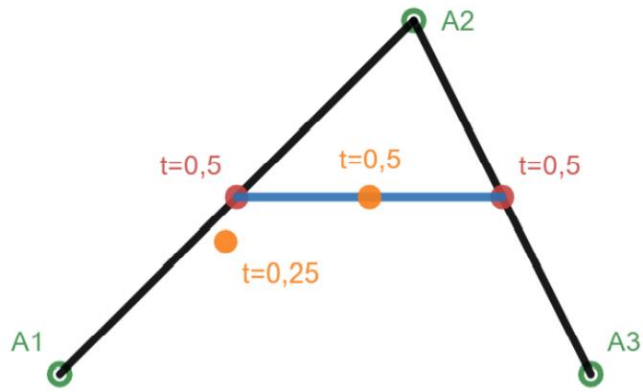


Рис. 43

Якщо взяти $t = 0,75$, то точки стоятимуть на відстані $\frac{3}{4}$ від початку відрізка (рисунок 44).

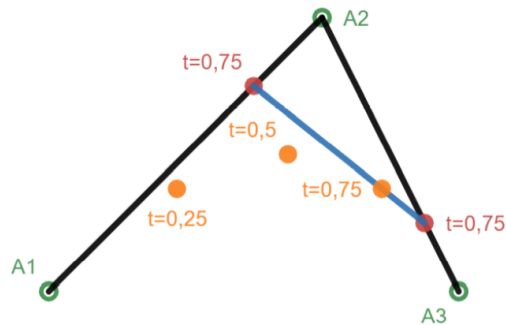


Рис. 44

Якщо взяти $t = 1$, точки будуть на кінцях відрізків. За аналогією знаходяться всі точки кривої при розгляді всіх $t \in [0; 1]$. Дивлячись на рисунок 44, можна вже помітити, як виглядатиме крива (рисунок 45).

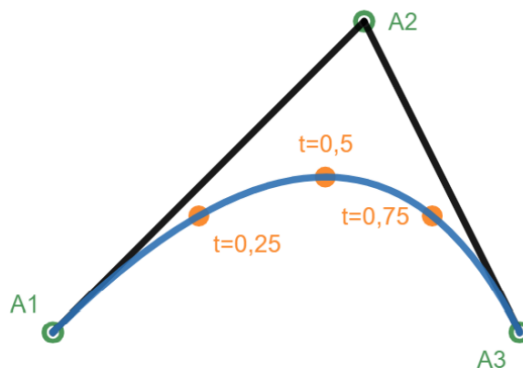


Рис. 45

Після цього необхідно сказати учням, що криві Безьє можуть бути описані математичними формулами та побудувати криву за допомогою цих формул.

Нехай крива складається з трьох опорних точок $A_1 = (x_1; y_1)$, $A_2 = (x_2; y_2)$ та $A_3 = (x_3; y_3)$. Тоді рівняння кривої в загальному вигляді таке : $A = (1 - t)^2 A_1 + 2(1 - t)tA_2 + t^2 A_3$. Координати точки $A = (x; y)$ будуть знайдені за формулою

$$\begin{cases} x = (1 - t)^2 x_1 + 2(1 - t)t x_2 + t^2 x_3, \\ y = (1 - t)^2 y_1 + 2(1 - t)t y_2 + t^2 y_3. \end{cases}$$

Точки, $A_1(0; 0)$, $A_2(4; 4)$ і $A_3(6; 0)$ задані координатами і зображені на рисунку 37. Тоді координати точки $A = (x, y)$:

$$\begin{cases} x = (1 - t)^2 \cdot 0 + 2(1 - t)t \cdot 4 + t^2 \cdot 6, \\ y = (1 - t)^2 \cdot 0 + 2(1 - t)t \cdot 4 + t^2 \cdot 0, \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 2(1 - t)t \cdot 4 + 6t^2, \\ y = 2(1 - t)t \cdot 4, \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 8t - 2t^2, \\ y = 8t - 8t^2. \end{cases}$$

Потім необхідно замість t підставити значення з відрізка $[0; 1]$ і відзначити на координатній площині точки з обчисленими координатами. Наприклад, при $t = 0$ точка A матиме координати $(0; 0)$, при $t = 0,1$ буде мати координати $(0,78; 0,72)$ і т. д. У результаті графік буде складатися з точок, які при з'єднанні утворюють криву, як показано на рисунку 46.

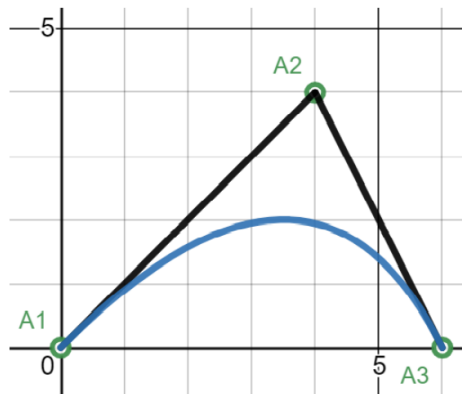


Рис. 46

Таким чином задаються криві Безьє.

У правильності побудови можна переконатися за допомогою будь-якого графічного редактора, побудувавши криву Безьє за заданими точками.

Завдання для самостійної роботи. Побудувати графік кривої за заданими трьома точками з координатами $(0; 0)$, $(6; 8)$ і $(10; 2)$.

За таким алгоритмом криві Безьє будуються не лише за трьома заданими точках, але і за чотирма і більше.

Завдання. Задати криву, зображену на рисунку 47, за чотирма опорними точками.

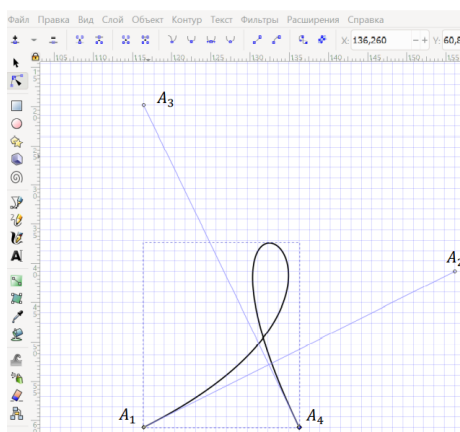


Рис. 47. Крива з чотирма опорними точками

На рисунку точки названі, як A_1 , A_2 , A_3 та A_4 . Нехай точка A_1 – точка початку координат (одна клітина дорівнює одиниці виміру). Тоді $A_1(0; 0)$, $A_2(30; 15)$, $A_3(0; 31)$ та $A_4(15; 0)$. Оскільки крива складається з чотирьох опорних точок, то рівняння загалом виглядатиме так:

$$A = (1 - t)^3 A_1 + 3(1 - t)^2 t A_2 + 3(1 - t) t^2 A_3 + t^3 A_4.$$

(див. формулу (4) з пункту 1.3).

Щоб отримати координати $(x; y)$ точок A , підставимо в рівняння координати x_k і y_k замість A_k :

$$\begin{cases} x = (1 - t)^3 x_1 + 3(1 - t)^2 t x_2 + 3(1 - t) t^2 x_3 + t^3 x_4, \\ y = (1 - t)^3 y_1 + 3(1 - t)^2 t y_2 + 3(1 - t) t^2 y_3 + t^3 y_4. \end{cases}$$

Після чого підставимо координати опорних точок замість $x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, x_4, y_4$:

$$\begin{cases} x = (1 - t)^3 \cdot 0 + 3(1 - t)^2 t \cdot 30 + 3(1 - t) t^2 \cdot 0 + t^3 \cdot 15, \\ y = (1 - t)^3 \cdot 0 + 3(1 - t)^2 t \cdot 15 + 3(1 - t) t^2 \cdot 31 + t^3 \cdot 0, \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 90(1 - t)^2 t + 15t^3, \\ y = 45(1 - t)^2 t + 93(1 - t)t^2, \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 105t^3 - 180t^2 + 90t, \\ y = -48t^3 + 3t^2 + 45t. \end{cases}$$

Далі необхідно підставити замість t значення з відрізка $[0; 1]$ і відзначити точки з обчисленими координатами на координатній площині, як показано на рисунку 48.

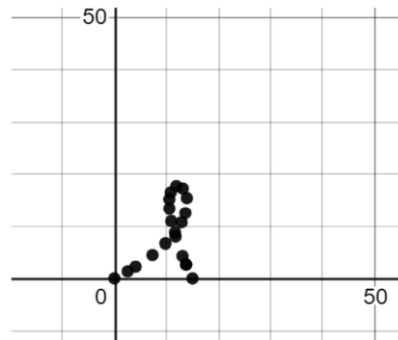


Рис. 48

Можна помітити, що при з'єднанні даних точок вийде крива, як на рисунку 46.

Завдання для самостійної роботи.

- 1) Побудувати в графічному редакторі фігури, зображені у додатку 11.
- 2) За допомогою кривих Безьє, намалювати квітку, зображену у додатку 11.

Для побудови фігур необхідно мати математичну базу, щоб зрозуміти з яких об'єктів складається фігура і як їх будувати. Для першої фігури потрібно зрозуміти, що спочатку будується квадрат, потім будуються діагоналі квадрата та внутрішні ромби. Після чого необхідно з'єднати вершини квадрата з вершинами маленького ромба і прибрати всі зайві деталі.

Для побудови другої фігури необхідно побудувати коло довільного радіуса і відкласти на колі точки, відстань між якими дорівнюватиме радіусу кола. Ці точки будуть центрами всіх інших кіл, такого ж радіуса, які необхідно побудувати.

Для того, щоб намалювати квітку за допомогою кривих Безьє, необхідно розуміти алгоритм їх побудови (вибір кількості вузлів і самих вузлів).

2.4. Навчання математичних основ 3D-графіки

Зараз неможливо уявити жоден навчальний заклад без комп'ютера, мультимедійної дошки чи проектора. З кожним роком з'являються нові інформаційні технології в освіті, їх використання відкриває нові можливості в організації навчального процесу. Поява нових технологій сприяє кращому сприйняттю та якіснішому засвоєнню навчального матеріалу. Зараз більшість шкіл обладнано ноутбуками, проекторами, електронними дошками і все частіше школи починають освоювати нові технології. Однією з цих технологій є 3D-технологія. 3D – є скороченням з англійської 3-dimensional, що дослівно перекладається як «три розміри» або, по-іншому, три виміри. Якщо щось намалювати на папері, то вимірів два: висота та ширина. А глибини нема. Зображення неможливо повернути, розглянути з різних боків, оскільки все плоске. Але якщо додати ще один вимір, глибину, то можна буде створювати об'ємні об'єкти, які можна обертати та дивитися з різних сторін. За допомогою спеціального програмного забезпечення можна створювати об'єкти, які можна трансформувати, змінювати структуру, а також зробити так, щоб вони самостійно рухалися. Але перед цим необхідно спочатку об'єкт змоделювати, а для цього потрібні певні знання. 3D-технології дозволяють краще запам'ятовувати інформацію та розвивають в учнів креативне мислення. В даний час робота з 3D-графікою є одним з найактуальніших і поширених напрямів використання мультимедійних та інформаційно-комунікаційних технологій. Виділяються три великі галузі, де застосовуються 3D-моделі. Це індустрія розваг, медицина (хірургія), промисловість. Тобто те, з чим ми стикаємося щодня, є продуктом 3D-моделювання: анімація, фільми, мультфільми, ігри і т. д. Всі віртуальні світи та персонажі створені за допомогою моделювання. Саме тому вивчення 3D-графіки актуальне. 3D-моделювання дає можливість представляти не тільки плоскі фігури, а й об'ємні. Також 3D-моделювання допомагає відчути об'ємність реального та віртуального простору.

Людина зможе побудувати креслення у певних програмах лише тоді, коли володітиме теоретичними основами стереометрії, а саме: аксіомами стереометрії, ознаками і властивостями паралельності прямих та площин, ознаками і властивостями перпендикулярності прямих та площин, визначеннями багатогранників, означенням вектора, діями над векторами у просторі та ін.

Припустимо, нам необхідно побудувати будинок у програмі з 3D-моделювання. Спочатку потрібно уявити, як виглядатиме будинок, який ми збираємося будувати, які будуть стіни, дах, вікна, двері і як вони будуть розташовані. Тобто необхідно змоделювати цей об'єкт, а саме будинок. Потім потрібно буде подумати з чого ми почнемо побудову: зі стін або з даху. Але як це все збудувати, якщо не знати основ стереометрії? Як збудувати стіни так, щоб при обертанні не змінився кут? Як будуть розташовані стіни одна відносно іншої, як побудувати дах так, щоб при обертанні він не спотворився? З цього можна зробити висновок, що роль вивчення стереометрії при навчанні 3D-моделювання дуже важлива.

Крім стереометрії, для побудови складних 3D-моделей, необхідно знати, що таке матриці, вміти виконувати операції над матрицями, виконувати перетворення у просторі. Ці теми можна включити, якщо буде виділено більше часу на факультативний курс.

Щоб будувати складні об'єкти в програмі з 3D-моделювання, без умовно, необхідно знати, як будуються для початку найпростіші об'єкти. Припустимо, нам необхідно у програмі побудувати паралелепіпед. Готовий паралелепіпед є в інструментах програми і виникає питання «Навіщо потрібно знати математику, якщо інструменти дають готові об'єкти?». Але не все так просто. Побудувати довільну об'ємну фігуру, навіть плоску, дійсно не складе труднощів – вибрав потрібний об'єкт і побудував. Але що робити, якщо нам необхідно побудувати об'єкт із певними параметрами? Цей момент дуже важливий, тому що якщо нам потрібно буде роздрукувати на 3D принтері об'єкт, який ми побудували, нам необхідно вводити певні параметри наших

фігур. І в цьому нам допоможуть знання з математики. У програмах з 3D-графікою зазвичай описують об'єкти з використанням системи координат.

Завдання. Побудувати паралелепіпед, довжина якого 5, ширина 8, а висота 10.

Будувати паралелепіпед будемо у програмі Blender. Виберемо в інструментах куб і поміняємо значення координат, які знаходяться у правому нижньому куті (рисунок 49).

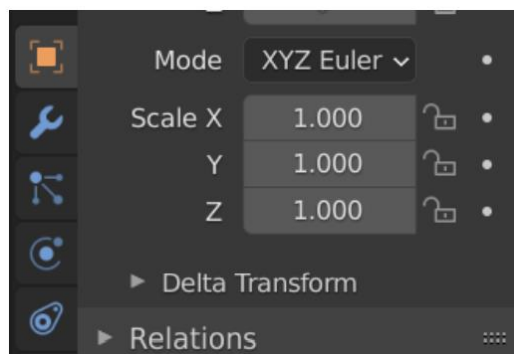


Рис. 49

Координата X означає – довжина, Y – ширина, Z – висота. Хоча X та Y можна поміняти місцями. Щоб паралелепіпед мав потрібні нам параметри, змінимо їх, як зображено рисунку 50.



Рис. 50

У результаті ми отримаємо потрібний паралелепіпед (рисунок 51).

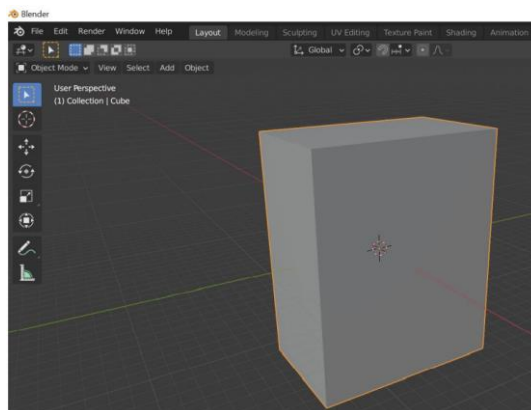


Рис. 51

Припустимо, що дана призма - це макет будинку. І нам необхідно для цього будинку побудувати дах у формі піраміди, висота якої 1. Для цього необхідно побудувати піраміду за такими координатами, щоб дах не був окремо від каркасу будинку, все робиться за аналогією із призмою. При додаванні інших об'єктів все визначається аналогічним чином.

На заняттях з вивчення основ тривимірної графіки необхідно з учнями розібрати такі теми як «Вектори», «Подання вектора в різних системах координат», «Перетворення координат», «Афінні перетворення». Вивчення теми «Перетворення координат» потрібне для опису об'єкта в різних системах координат, а також зміни масштабу. Вивчення теми «Афінні перетворення» необхідно для повороту, розтягування, стискування, зсув об'єктів.

Завдання для самостійної роботи. Побудувати 3D-модель за заданими кресленнями з їх вимірами (рисунок 52).

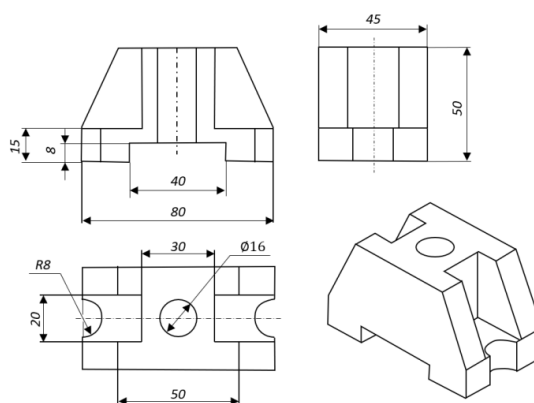


Рис. 52

Для побудови даної моделі необхідно врахувати всі вимірювання, визначити потрібну систему координат, симетрично відобразити деталь.

Як індивідуальне завдання учням можна запропонувати проект «Архітектурний макет», який необхідно реалізувати у програмі з використанням тривимірної графіки. Для створення макета, безумовно, необхідні знання геометрії. Без знання геометрії побудувати реалістичний 3D-об'єкт неможливо.

ВИСНОВКИ

Комп'ютерна графіка вважається однією з найпопулярніших тем для вивчення у старшокласників, оскільки вона використовується в багатьох областях, наприклад, в архітектурі, дизайні, промисловості, медицині тощо.

Навчання комп'ютерної графіки проходить під час уроків інформатики. Однак навчання зводиться до вивчення програмних засобів, не торкаючись математичної основи комп'ютерної графіки. Тому вивчення пропонованого курсу є важливим і актуальним.

У дипломній роботі:

- 1) зроблено огляд і аналіз затверджених навчальних програм для вивчення розділу «Комп'ютерна графіка» у 2-11 класах ЗСО;
- 2) вивчено і проаналізовано змістове наповнення, вибір програмних засобів та методику викладання теми «Комп'ютерна графіка» у рекомендованих МОН України підручниках для учнів 2-11 класів;
- 3) проаналізовано наявні програми роботи факультативів, які пов'язані з комп'ютерною графікою;
- 4) зроблено огляд графічних редакторів, які можуть вивчатися учнями;
- 5) описано деякі математичні основи комп'ютерної графіки, які можуть засвоїти старшокласники;
- 6) складено програму факультативного курсу «Математичні основи комп'ютерної графіки» з розподілом кількості годин на вивчення кожної теми;
- 7) подано методичні рекомендації викладання математичних основ растрової, векторної та 3D-графіки;
- 8) розроблено плани-конспекти всіх 10-ти практичних занять, які стосуються розділу 2 «Математичні основи векторної графіки у Adobe Illustrator»;
- 9) складені завдання для самостійної та практичної роботи по темах вказаних занять.

Результати дипломної роботи можна використовувати у процесі викладання на уроках інформатики в школі чи в позашкільній освітній діяльності.

Список використаних джерел

1. Типові освітні програми для початкових класів, затверджені Наказом № 1272 Міністерства освіти і науки України від 08.10.2019 року <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-pochatkovoyi-shkoli>.
2. Навчальна програми з інформатики для учнів 5-9 класів, затверджена Наказом № 804 Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>
3. Навчальна програма вибірково-обов'язкового предмету для учнів 10-11 класів ЗНЗ (рівень стандарту), чинна з 01.09.2018 р. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx>
4. **Інформатика**: підруч. Для 6-го кл. загальноосвіт. навч. закл. / Й.Я. Ривкінд [та ін.] – Київ: Генеза, 2019. – 128 с.: іл.
5. **Морзе Н.В.** Підручник з інформатики для 6 кл. закладів загальної середньої освіти / Н.В. Морзе, О.В. Барна, В.П. Вембер. — К.: УОВЦ «Оріон», 2019. – 192 с.: іл.
6. **Коршунова О.В.** Інформатика : підруч. для 6 кл. закладів загальної середньої освіти / О.В. Коршунова, І.О. Завадський. – К.: Видавничий дім «Освіта», 2019. – 144 с.: іл.
7. **Бондаренко О.О.** Інформатика: підруч. для 6 кл. закл. загал. серед. освіти / [О.О. Бондаренко, В.В. Ластовецький, О.П. Пилипчук, Є.А. Шестопапов]. – Харків: Вид-во «Ранок», 2019. – 160 с.: іл.
8. Інформатика : підруч. для 9-го кл. загальноосвіт. навч. закл. /**Й.Я. Ривкінд** [та ін.]. — Київ: Генеза, 2017. — 288 с. : іл.
9. **Морзе Н.В.** Інформатика: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів / Н.В. Морзе, О.В. Барна, В.П. Вембер. — К.: УОВЦ «Оріон», 2017. – 208с. : іл.
10. **Бондаренко О.О.** Інформатика : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / О.О. Бондаренко, В.В. Ластовецький, О.П. Пилипчук, Є.А. Шестопапов. – Х.: «Ранок», 2017. – 256 с. : іл.
11. Інформатика : підруч. для 9 кл. загальноосв. навч. закл. / **В.Д. Руденко, Н.В. Речич, В.О. Потієнко.** — Х.: «Ранок», 2017. — 256 с. : іл., табл.
12. Навчальна програма курсу за вибором « Комп'ютерна графіка 8-9 клас» <https://mon.gov.ua/storage/app/media/navchalni-programi-kursiv-za-viborom-fakultativiv/10092019/kg89.doc>
13. **Бєлов М.А.** Концепція комп'ютерної графіки. Растрова та векторна графіка / М.А. Бєлов // АЛЕЯ НАУКИ. - 2018. - № 10 (26). - С.952-955.
14. **Борисенко В.В.** Побудова оптимального сплайну Безье / В.В. Борисенко // Фундаментальна та прикладна математика. - 2016. - № 3 (21). – С.57-72.

15. **Гасанова Ж.А.** Навчання математичних основ 3D-графіки в інженерних класах/Ж.А. Гасанова // Математика та інформатика в освіті та бізнес. - 2020. - С.123-127.
16. **Куликов Ю.А.** 3D-моделювання та технологія доповненої реальності - інноваційні методи розвитку просторового мислення у учнів щодо стереометрії / Ю.А. Куликов // Інноваційні тенденції розвитку системи освіти. - 2017.

Додаток 1

План-конспект уроку

Тема: Робота з інструментом «Олівець» у Adobe Illustrator.

Мета: навчити учнів використовувати інструмент «Олівець» для побудови простих малюнків у програмі Adobe Illustrator.

Обладнання: Комп'ютери, об'єднані у локальну мережу. Інтерактивна дошка або проектор.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Мотивація навчальної діяльності	1 хв.
III	Оголошення теми і завдань уроку	1 хв.
IV	Пояснення нового навчального матеріалу	15 хв.
V	Правила виконання вправи. Інструктаж з ТБ	3 хв.
VI	Робота на комп'ютері для формування практичних навичок та їх оцінювання	20 хв.
VII	Інструктаж щодо виконання домашнього завдання	2 хв.
VIII	Рефлексія. Підсумок уроку	2 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Мотивація навчальної діяльності

Сьогодні ви навчитесь малювати прості фігури, використовуючи інструмент «Олівець» у програмі Adobe Illustrator. Уважно слухайте пояснення вчителя. Це вам допоможе сформувати та вдосконалити необхідні для подальшої роботи знання та навички.

III. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Робота з інструментом «Олівець» у Adobe Illustrator».

IV. Пояснення нового навчального матеріалу

Вчитель коротко пояснює і коментує навчальний матеріал. Для унаочнення використовує наявні технічні засоби: мультимедійну дошку, проектор, екран монітора вчительського комп'ютера тощо.

Сьогодні на уроці ми познайомимося із інструментом «Олівець». Даний



інструмент розміщений на панелі інструментів у вигляді значка. Меню даного інструмента включає у себе:



– інструмент «Згладжування»;



– інструмент «Стирання контурів».

Учитель демонструє використання всіх інструментів та вказує на їхні налаштування.

Все зрозуміло? Готові до виконання завдання на комп'ютері?

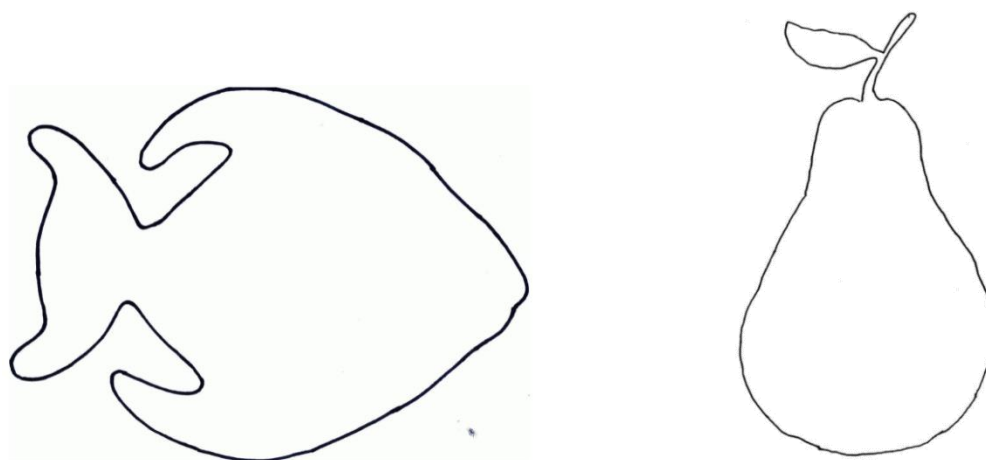
V. Правила виконання практичної роботи. Інструктаж з ТБ

У кожного з вас на парті знаходяться правила техніки безпеки при роботі на комп'ютері, прочитайте їх.

VI. Виконання завдань на комп'ютері для оцінювання практичних навичок

Практичні завдання відповідно до теми поточного уроку виконуються на комп'ютері.

За допомогою інструментів з групи «Олівець» намалювати малюнки.



VII. Інструктаж щодо виконання домашнього завдання

Закінчити роботу, яку не встигли виконати, та розфарбувати малюнки за власним вподобанням.

VIII. Рефлексія. Підсумок уроку

Сьогодні ви ознайомились з темою «Робота з інструментом «Олівець» у Adobe Illustrator» та отримали відповідні практичні навички. Як ви вважаєте, де вони можуть бути застосовані? Отримані знання та навички стануть вам у нагоді при вивченні інших предметів? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 2

План-конспект уроку

Тема: Робота з інструментом «Пензлик» у Adobe Illustrator.

Мета: навчити учнів використовувати інструмент «Пензлик» для побудови простих малюнків у програмі Adobe Illustrator.

Обладнання: Комп'ютери, об'єднані у локальну мережу. Інтерактивна дошка або проектор.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Мотивація навчальної діяльності	1 хв.
III	Оголошення теми і завдань уроку	1 хв.
IV	Пояснення нового навчального матеріалу	15 хв.
V	Правила виконання вправи. Інструктаж з ТБ	3 хв.
VI	Робота на комп'ютері для формування практичних навичок та їх оцінювання	20 хв.
VII	Інструктаж щодо виконання домашнього завдання	2 хв.
VIII	Рефлексія. Підсумок уроку	2 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Мотивація навчальної діяльності


Сьогодні ви навчитесь малювати прості фігури, використовуючи інструмент «Пензлик» у програмі Adobe Illustrator. Уважно слухайте пояснення вчителя. Це вам допоможе сформувати та вдосконалити необхідні для подальшої роботи знання та навички.

III. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Робота з інструментом «Пензлик» у Adobe Illustrator».

IV. Пояснення нового навчального матеріалу

Вчитель коротко пояснює і коментує навчальний матеріал. Для унаочнення використовує наявні технічні засоби: мультимедійну дошку, проектор, екран монітора вчительського комп'ютера тощо.

Сьогодні на уроці ми познайомимося із інструментом «Пензель». Даний інструмент розміщений на панелі інструментів у вигляді значка . Меню даного інструмента включає у себе:



– інструмент «Пензлик-клякса»;

Учитель демонструє використання всіх інструментів та вказує на їхні налаштування.

Все зрозуміло? Готові до виконання завдання на комп'ютері?

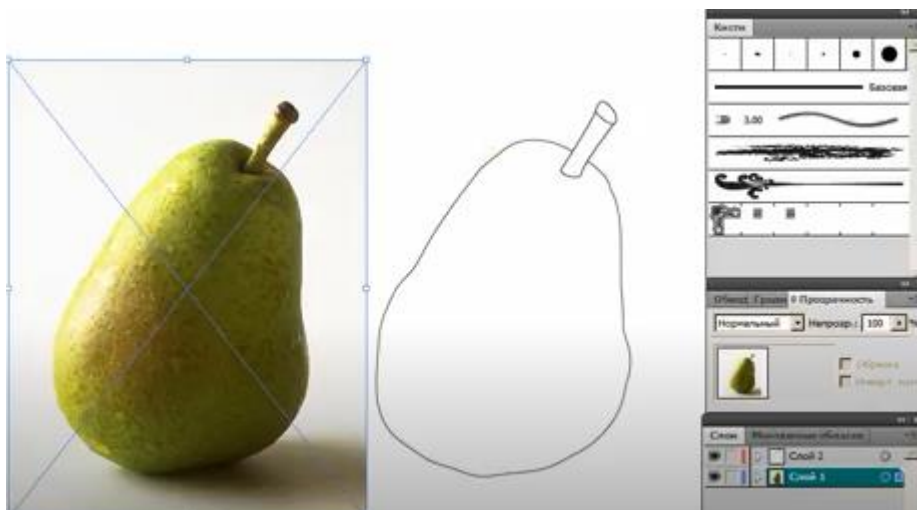
V. Правила виконання практичної роботи. Інструктаж з ТБ

У кожного з вас на парті знаходяться правила техніки безпеки при роботі на комп'ютері, прочитайте їх.

VI. Виконання завдань на комп'ютері для оцінювання практичних навичок

Практичні завдання відповідно до теми поточного уроку виконуються на комп'ютері.

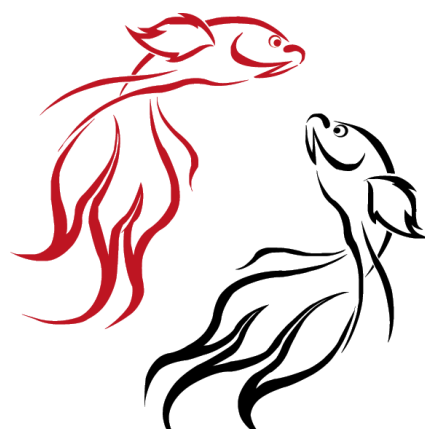
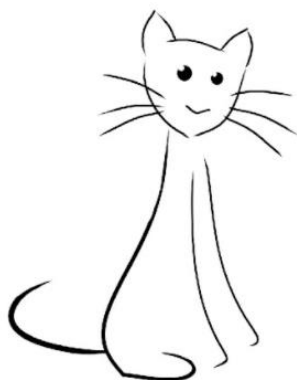
За допомогою інструментів з групи «Пензлик» зафарбуємо малюнок груша який був зроблений на попередньому уроці.





VII. Інструктаж щодо виконання домашнього завдання

За допомогою інструментів з групи «Пензлик» намалювати малюнки



VIII. Рефлексія. Підсумок уроку

Сьогодні ви ознайомились з темою ««Робота з інструментом «Пензлик» у Adobe Illustrator»» та отримали відповідні практичні навички. Як ви вважаєте, де вони можуть бути застосовані? Отримані знання та навички стануть вам у нагоді при вивченні інших предметів? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 3

План-конспект уроку

Тема: Робота з інструментом «Ластик» та «Розпилення символів» у Adobe Illustrator.

Мета: навчити використовувати інструмент «Розпилення символів» з вбудованою бібліотекою символів та навчити учнів використовувати інструмент «Ластик» для корегування малюнків у програмі Adobe Illustrator та

Обладнання: Комп'ютери, об'єднані у локальну мережу. Інтерактивна дошка або проектор.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Мотивація навчальної діяльності	1 хв.
III	Оголошення теми і завдань уроку	1 хв.
IV	Пояснення нового навчального матеріалу	15 хв.
V	Правила виконання вправи. Інструктаж з ТБ	3 хв.
VI	Робота на комп'ютері для формування практичних навичок та їх оцінювання	20 хв.
VII	Інструктаж щодо виконання домашнього завдання	2 хв.
VIII	Рефлексія. Підсумок уроку	2 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Мотивація навчальної діяльності


Сьогодні ви навчитесь корегувати та видозмінювати малюнки, використовуючи інструмент «Ластик»; навчитесь використовувати інструмент «Розпилення символів» та познайомитесь із вбудованою бібліотекою символів у програмі Adobe Illustrator. Уважно слухайте пояснення вчителя. Це вам допоможе сформувати та вдосконалити необхідні для подальшої роботи знання та навички.

III. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Робота з інструментом «Ластик» та «Розпилення символів» у Adobe Illustrator».

IV. Пояснення нового навчального матеріалу

Вчитель коротко пояснює і коментує навчальний матеріал. Для унаочнення використовує наявні технічні засоби: мультимедійну дошку, проектор, екран монітора вчительського комп'ютера тощо.

Сьогодні на уроці ми познайомимося із інструментом «Ластик». Даний інструмент розміщений на панелі інструментів у вигляді значка . Меню даного інструмента включає у себе:




– інструмент «Ножниці»;



– інструмент «Ніж».

Інструмент «Розпилення символів».



Даний інструмент розміщений на панелі інструментів у вигляді значка . Меню даного інструмента включає у себе:



– інструмент «Зсув символів»;



– інструмент «Ущільнення символів»;



– інструмент «Розмір символів»;



– інструмент «Обертання символів»;



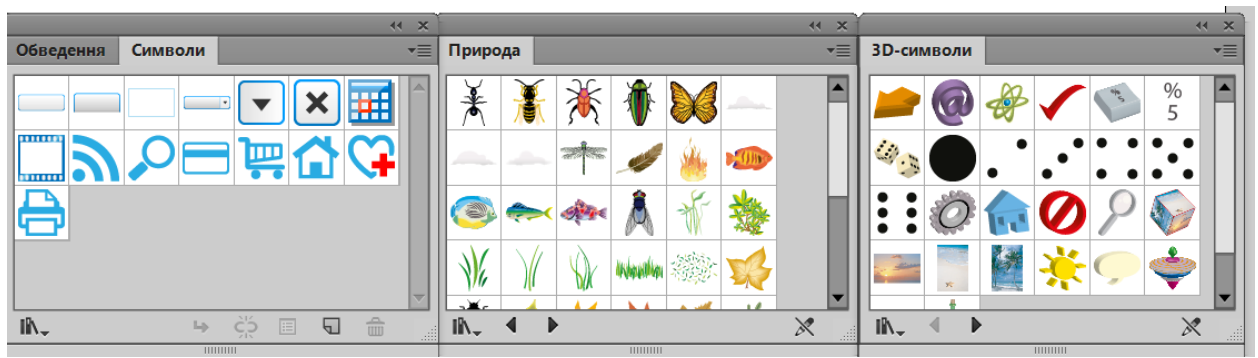
– інструмент «Знебарвлення символів»;



– інструмент «Прозорість символів».

Учитель демонструє використання всіх інструментів та вказує на їхні налаштування.

Бібліотеку вбудованих символів можна викликати виконавши такі дії **ВІКНО**→**СИМВОЛИ**. Учитель демонструє учням різні набори символів.



Все зрозуміло? Готові до виконання завдання на комп'ютері?

V. Правила виконання практичної роботи. Інструктаж з ТБ

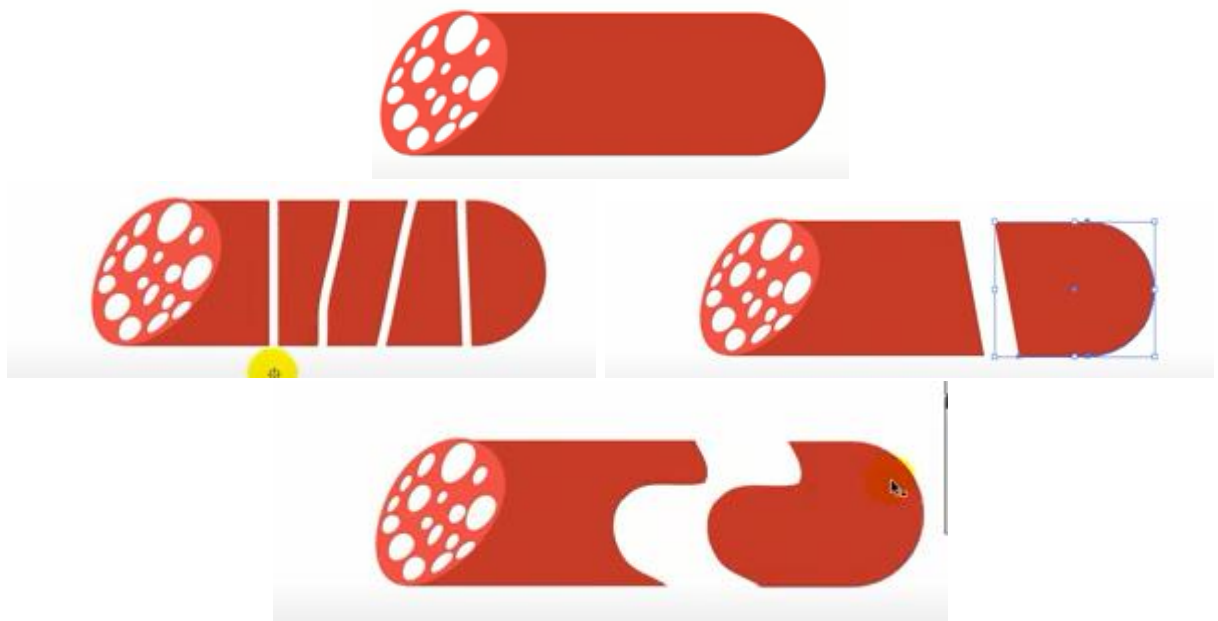
У кожного з вас на парті знаходяться правила техніки безпеки при роботі на комп'ютері, прочитайте їх.

VI. Виконання завдань на комп'ютері для оцінювання практичних навичок

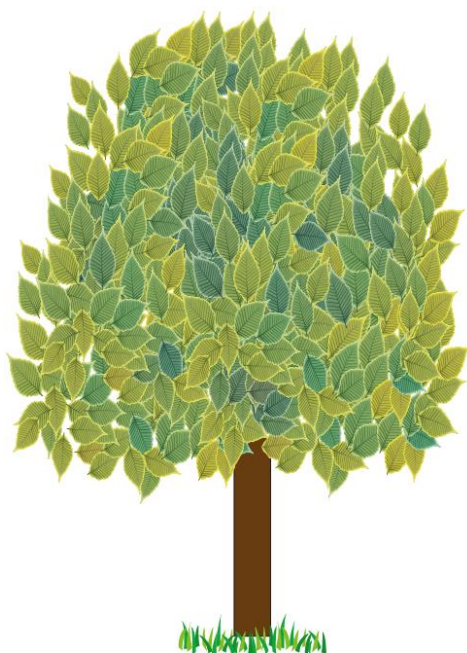
Практичні завдання відповідно до теми поточного уроку виконуються на комп'ютері.

На цьому уроці ми будемо «різати» ковбасу за допомогою «Ножниців», «Ножа» та «Ластика».

За допомогою інструментів Adobe Illustrator намалювати малюнок та зробити деякі корективи у ньому за допомогою інструментів з групи «Ластик» .



За допомогою інструментів з групи «Розпилення символів» та вбудованої бібліотеки символів намалювати малюнок.



VII. Інструктаж щодо виконання домашнього завдання

Закінчити роботу яку не встигли виконати на занятті.

VIII. Рефлексія. Підсумок уроку

Сьогодні ви ознайомились з темою «Робота з інструментом «Ластик» та «Розпилення символів» у Adobe Illustrator» та отримали відповідні практичні навички. Як ви вважаєте, де вони можуть бути застосовані? Отримані знання та навички стануть вам у нагоді при вивченні інших предметів? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 4

План-конспект уроку

Тема: Робота з інструментом «Перо» у Adobe Illustrator.

Мета: навчити учнів використовувати інструмент «Перо» для побудови малюнків у програмі Adobe Illustrator.

Обладнання: Комп'ютери, об'єднані у локальну мережу. Інтерактивна дошка або проектор.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Мотивація навчальної діяльності	1 хв.
III	Оголошення теми і завдань уроку	1 хв.
IV	Пояснення нового навчального матеріалу	15 хв.
V	Правила виконання вправи. Інструктаж з ТБ	3 хв.
VI	Робота на комп'ютері для формування практичних навичок та їх оцінювання	20 хв.
VII	Інструктаж щодо виконання домашнього завдання	2 хв.
VIII	Рефлексія. Підсумок уроку	2 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Мотивація навчальної діяльності


Сьогодні ви навчитесь малювати фігури, використовуючи інструмент «Перо» у програмі Adobe Illustrator. Уважно слухайте пояснення вчителя. Це вам допоможе сформулювати та вдосконалити необхідні для подальшої роботи знання та навички.

III. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Робота з інструментом «Перо» у Adobe Illustrator».

IV. Пояснення нового навчального матеріалу

Вчитель коротко пояснює і коментує навчальний матеріал. Для унаочнення використовує наявні технічні засоби: мультимедійну дошку, проектор, екран монітора вчительського комп'ютера тощо.

Сьогодні на уроці ми познайомимося з інструментом «Перо» . Даний інструмент розміщений на панелі інструментів у вигляді значка  . Меню даного інструмента включає у себе:



- інструмент «Перо»;



- інструмент «Додати опорну точку»;



- інструмент «Вилучити опорну точку»;



- інструмент «Опорна точка».

Учитель демонструє використання всіх інструментів та вказує на їхні налаштування.

Все зрозуміло? Готові до виконання завдання на комп'ютері?

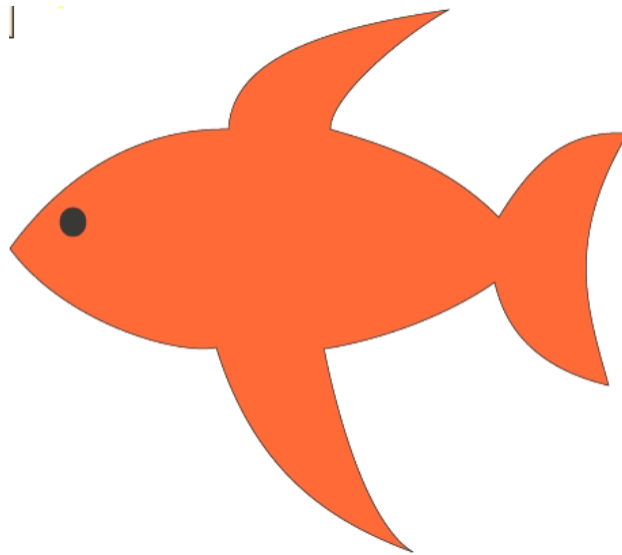
V. Правила виконання практичної роботи. Інструктаж з ТБ

У кожного з вас на парті знаходяться правила техніки безпеки при роботі на комп'ютері, прочитайте їх.

VI. Виконання завдань на комп'ютері для оцінювання практичних навичок

Практичні завдання відповідно до теми поточного уроку виконуються на комп'ютері.

За допомогою інструментів з групи «Перо» намалювати малюнок.



VII. Інструктаж щодо виконання домашнього завдання

Закінчити роботу якщо не встигли виконати, та розфарбувати малюнок інструментом «Пензлик» .

VIII. Рефлексія. Підсумок уроку

Сьогодні ви ознайомились з темою «Робота з інструментом «Перо» у Adobe Illustrator» та отримали відповідні практичні навички. Як ви вважаєте, де вони можуть бути застосовані? Отримані знання та навички стануть вам у нагоді при вивченні інших предметів? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 5

План-конспект уроку

Тема: Робота з інструментами «Поворот» та «Дзеркальне відображення» у Adobe Illustrator.

Мета: навчити учнів використовувати інструменти «Поворот» та «Дзеркальне відображення» для побудови малюнків у програмі Adobe Illustrator.

Обладнання: Комп'ютери, об'єднані у локальну мережу. Інтерактивна дошка або проектор.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Мотивація навчальної діяльності	1 хв.
III	Оголошення теми і завдань уроку	1 хв.
IV	Пояснення нового навчального матеріалу	15 хв.
V	Правила виконання вправи. Інструктаж з ТБ	3 хв.
VI	Робота на комп'ютері для формування практичних навичок та їх оцінювання	20 хв.
VII	Інструктаж щодо виконання домашнього завдання	2 хв.
VIII	Рефлексія. Підсумок уроку	2 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Мотивація навчальної діяльності

Сьогодні ви навчитесь малювати малюнки, використовуючи інструменти «Поворот» та «Дзеркальне відображення» у програмі Adobe Illustrator. Уважно слухайте пояснення вчителя. Це вам допоможе сформулювати та вдосконалити необхідні для подальшої роботи знання та навички.

III. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Робота з інструментами «Поворот» та «Дзеркальне відображення» у Adobe Illustrator».

IV. Пояснення нового навчального матеріалу

Вчитель коротко пояснює і коментує навчальний матеріал. Для унаочнення використовує наявні технічні засоби: мультимедійну дошку, проектор, екран монітора вчительського комп'ютера тощо.

Сьогодні на уроці ми познайомимося із інструментами «Поворот» та «Дзеркальне відображення».

Інструмент «Поворот» розміщений на панелі інструментів у вигляді значка



, а інструмент «Дзеркальне відображення» –



Учитель демонструє використання всіх інструментів та вказує на їхні налаштування.

Все зрозуміло? Готові до виконання завдання на комп'ютері?

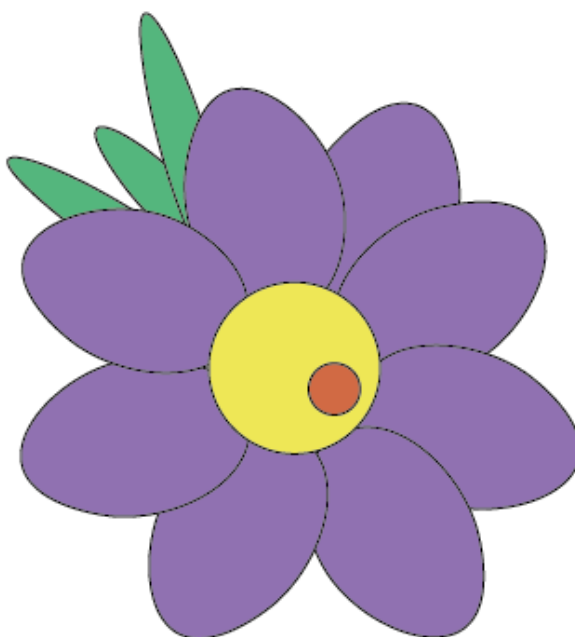
V. Правила виконання практичної роботи. Інструктаж з ТБ

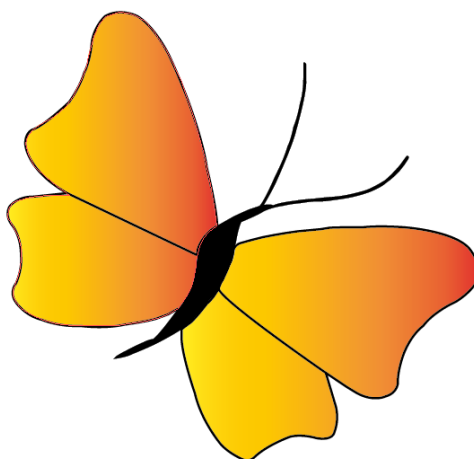
У кожного з вас на парті знаходяться правила техніки безпеки при роботі на комп'ютері, прочитайте їх.

VI. Виконання завдань на комп'ютері для оцінювання практичних навичок

Практичні завдання відповідно до теми поточного уроку виконуються на комп'ютері.

За допомогою інструментів з групи «Поворот» та «Дзеркальне відображення» намалювати малюнки.





VII. Інструктаж щодо виконання домашнього завдання

За допомогою інструментів з групи «Поворот» та «Дзеркальне відображення» намалювати галявину з квітами та метеликами чи іншими комахами. Для створення даного малюнку потрібно також застосувати знання отримані на попередніх заняттях.

VIII. Рефлексія. Підсумок уроку

Сьогодні ви ознайомились з темою «Робота з інструментами «Поворот» та «Дзеркальне відображення» у Adobe Illustrator» та отримали відповідні практичні навички. Як ви вважаєте, де вони можуть бути застосовані? Отримані знання та навички стануть вам у нагоді при вивченні інших предметів? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 6

План-конспект уроку

Тема: Робота з інструментом «Ширина» у Adobe Illustrator.

Мета: навчити учнів використовувати інструмент «Ширина» для побудови та деформації малюнків у програмі Adobe Illustrator.

Обладнання: Комп'ютери, об'єднані у локальну мережу. Інтерактивна дошка або проектор.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Мотивація навчальної діяльності	1 хв.
III	Оголошення теми і завдань уроку	1 хв.
IV	Пояснення нового навчального матеріалу	15 хв.
V	Правила виконання вправи. Інструктаж з ТБ	3 хв.
VI	Робота на комп'ютері для формування практичних навичок та їх оцінювання	20 хв.
VII	Інструктаж щодо виконання домашнього завдання	2 хв.
VIII	Рефлексія. Підсумок уроку	2 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Мотивація навчальної діяльності


Сьогодні ви навчитесь та видозмінювати малюнки, використовуючи інструмент «Ширина» у програмі Adobe Illustrator. Уважно слухайте пояснення вчителя. Це вам допоможе сформувати та вдосконалити необхідні для подальшої роботи знання та навички.

III. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Робота з інструментом «Ширина» у Adobe Illustrator».

IV. Пояснення нового навчального матеріалу

Вчитель коротко пояснює і коментує навчальний матеріал. Для унаочнення використовує наявні технічні засоби: мультимедійну дошку, проектор, екран монітора вчительського комп'ютера тощо.

Сьогодні на уроці ми познайомимося із інструментом «Ширина». Даний інструмент розміщений на панелі інструментів у вигляді значка .

Меню даного інструмента включає у себе:



– інструмент «Деформація»;



– інструмент «Воронка»;



– інструмент «Втягування»;



– інструмент «Вздуття»;



– інструмент «Зубці»;



– інструмент «Кристалізація»;



– інструмент «Зморшки».

Учитель демонструє використання всіх інструментів та вказує на їхні налаштування.

Все зрозуміло? Готові до виконання завдання на комп'ютері?

V. Правила виконання практичної роботи. Інструктаж з ТБ

У кожного з вас на парті знаходяться правила техніки безпеки при роботі на комп'ютері, прочитайте їх.

VI. Виконання завдань на комп'ютері для оцінювання практичних навичок

Практичні завдання відповідно до теми поточного уроку виконуються на комп'ютері.

За допомогою інструментів з групи «Ширина» намалювати малюнок «Акваріум».



VII. Інструктаж щодо виконання домашнього завдання

Домашнє завдання. Намалювати малюнок, наприклад, лев та за допомогою інструментів «Ширина» видозмінити шерсть.



Робота може бути виконана згідно зразка або за власною ідеєю.

VIII. Рефлексія. Підсумок уроку

Сьогодні ви ознайомились з темою «Робота з інструментом «Ширина» у Adobe Illustrator» та отримали відповідні практичні навички. Як ви вважаєте, де вони можуть бути застосовані? Отримані знання та навички стануть вам у нагоді при вивченні інших предметів? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 7

План-конспект уроку

Тема: Робота з інструментом «Сітковий градієнт» у Adobe Illustrator.

Мета: навчити учнів використовувати інструмент «Сітковий градієнт» для надання малюнкам реалістичного вигляду у програмі Adobe Illustrator.

Обладнання: Комп'ютери, об'єднані у локальну мережу. Інтерактивна дошка або проектор.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Мотивація навчальної діяльності	1 хв.
III	Оголошення теми і завдань уроку	1 хв.
IV	Пояснення нового навчального матеріалу	15 хв.
V	Правила виконання вправи. Інструктаж з ТБ	3 хв.
VI	Робота на комп'ютері для формування практичних навичок та їх оцінювання	20 хв.
VII	Інструктаж щодо виконання домашнього завдання	2 хв.
VIII	Рефлексія. Підсумок уроку	2 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Мотивація навчальної діяльності

Сьогодні ви навчитесь надавати малюнкам реалістичного вигляду, використовуючи інструмент «Сітковий градієнт» у програмі Adobe Illustrator. Уважно слухайте пояснення вчителя. Це вам допоможе сформувати та вдосконалити необхідні для подальшої роботи знання та навички.

III. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Робота з інструментом «Сітковий градієнт» у Adobe Illustrator».

IV. Пояснення нового навчального матеріалу

Вчитель коротко пояснює і коментує навчальний матеріал. Для унаочнення використовує наявні технічні засоби: мультимедійну дошку, проектор, екран монітора вчительського комп'ютера тощо.

Сьогодні на уроці ми познайомимося із інструментом «Сітковий градієнт». Даний інструмент розміщений на панелі інструментів у вигляді

значка .

Учитель демонструє використання інструмента та вказує на їхні налаштування.

Все зрозуміло? Готові до виконання завдання на комп'ютері?

V. Правила виконання практичної роботи. Інструктаж з ТБ

У кожного з вас на парті знаходяться правила техніки безпеки при роботі на комп'ютері, прочитайте їх.

VI. Виконання завдань на комп'ютері для оцінювання практичних навичок

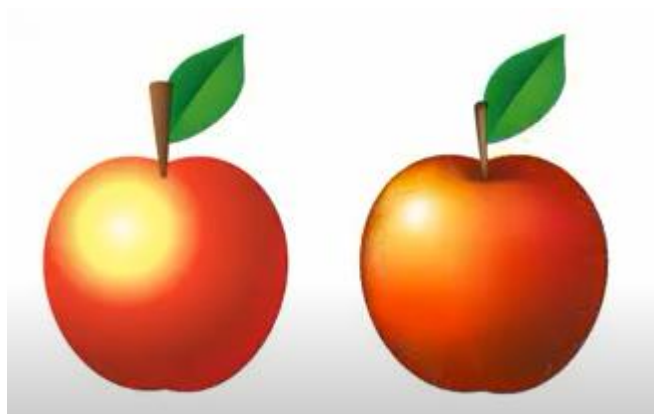
Практичні завдання відповідно до теми поточного уроку виконуються на комп'ютері.

Намалювати малюнок та за допомогою інструмента «Сітковий градієнт» надати йому реалістичного вигляду.



VII. Інструктаж щодо виконання домашнього завдання

Намалювати малюнок з використанням інструменти «Сітковий градієнт». Зразок



VIII. Рефлексія. Підсумок уроку

Сьогодні ви ознайомились з темою «Робота з інструментом «Сітковий градієнт» у Adobe Illustrator» та отримали відповідні практичні навички. Як ви вважаєте, де вони можуть бути застосовані? Отримані знання та навички стануть вам у нагоді при вивченні інших предметів? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 8

План-конспект уроку

Тема: Робота з інструментом «Спотворення за допомогою оболонки» у Adobe Illustrator.

Мета: навчити учнів використовувати інструмент «Спотворення за допомогою оболонки» для редагування малюнків у програмі Adobe Illustrator.

Обладнання: Комп'ютери, об'єднані у локальну мережу. Інтерактивна дошка або проектор.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Мотивація навчальної діяльності	1 хв.
III	Оголошення теми і завдань уроку	1 хв.
IV	Пояснення нового навчального матеріалу	15 хв.
V	Правила виконання вправи. Інструктаж з ТБ	3 хв.
VI	Робота на комп'ютері для формування практичних навичок та їх оцінювання	20 хв.
VII	Інструктаж щодо виконання домашнього завдання	2 хв.
VIII	Рефлексія. Підсумок уроку	2 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Мотивація навчальної діяльності

Сьогодні ви навчитесь редагувати малюнки, використовуючи інструмент «Спотворення за допомогою оболонки» у програмі Adobe Illustrator. Уважно слухайте пояснення вчителя. Це вам допоможе сформулювати та вдосконалити необхідні для подальшої роботи знання та навички.

III. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Робота з інструментом «Спотворення за допомогою оболонки» у Adobe Illustrator».

IV. Пояснення нового навчального матеріалу

Вчитель коротко пояснює і коментує навчальний матеріал. Для унаочнення використовує наявні технічні засоби: мультимедійну дошку, проектор, екран монітора вчительського комп'ютера тощо.

Сьогодні на уроці ми познайомимося із інструментом «Спотворення за допомогою оболонки» . Даний інструмент розміщений у вкладці Об'єкт/Спотворення за допомогою оболонки/По сітці

Учитель демонструє використання та налаштування всіх параметрів даного інструменту.

Все зрозуміло? Готові до виконання завдання на комп'ютері?

V. Правила виконання практичної роботи. Інструктаж з ТБ

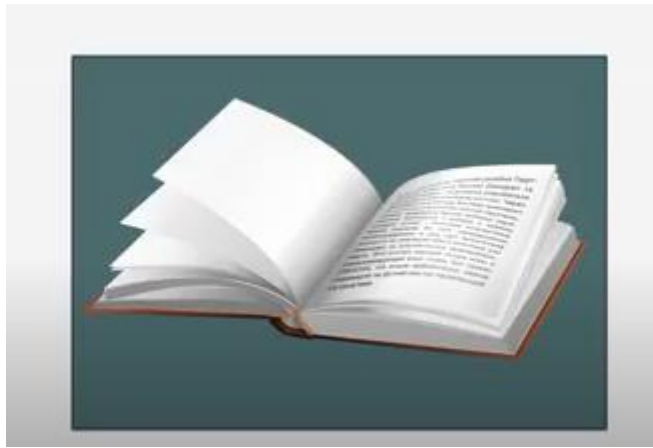
У кожного з вас на парті знаходяться правила техніки безпеки при роботі на комп'ютері, прочитайте їх.

VI. Виконання завдань на комп'ютері для оцінювання практичних навичок

Практичні завдання відповідно до теми поточного уроку виконуються на комп'ютері.

Виконати завдання за зразком. Скачуємо картинку розкритої книги та готуємо текст. За допомогою інструменту «Спотворення за допомогою оболонки» підлаштуємо текст під розміри сторінки книги, а також за допомогою інструменту «Сітковий градієнт» надаємо відповідного реалістичного забарвлення тексту.





VII. Інструктаж щодо виконання домашнього завдання

Закінчити роботу, яка виконувалась на занятті.

Подумати над ідеєю для створення проектного малюнка з максимальною кількістю використаних інструментів Adobe Illustrator.

VIII. Рефлексія. Підсумок уроку

Сьогодні ви ознайомились з темою «Робота з інструментом «Спотворення за допомогою оболонки» у Adobe Illustrator» та отримали відповідні практичні навички. Як ви вважаєте, де вони можуть бути застосовані? Отримані знання та навички стануть вам у нагоді при вивченні інших предметів? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 9

План-конспект уроку

Тема: Підсумкове заняття з розділу «Математичні основи комп'ютерної графіки».

Мета: підсумувати виконану роботу учнів, допомогти з виконанням проектної роботи

Обладнання: Комп'ютери, об'єднані у локальну мережу. Інтерактивна дошка або проектор.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Оголошення теми і мети уроку	1 хв.
III	Підбиття підсумків	10 хв.
IV	Робота на комп'ютері для формування практичних навичок	30 хв.
V	Інструктаж щодо виконання домашнього завдання	1 хв.
VI	Рефлексія. Підсумок уроку	2 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Підсумкове заняття з розділу «Математичні основи комп'ютерної графіки».

III. Підбиття підсумків

Оголошення учням результатів їхньої роботи протягом розлілу «Математичні основи векторної графіки».

IV. Робота на комп'ютері для формування практичних навичок

Учні, у яких виконані всі завдання, працюють над проектною роботою, а ті, у кого не все виконано, мають можливість все доздати.

V. Інструктаж щодо виконання домашнього завдання

Закінчити проектну роботу та підготуватись до її захисту.

VI. Рефлексія. Підсумок уроку

Сьогодні ви закінчили вивчення розділу «Математичні основи векторної графіки» та отримали відповідні практичні навички. Як ви вважаєте, де вони можуть бути застосовані? Отримані знання та навички стануть вам у нагоді

при вивченні інших предметів? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 10

План-конспект уроку

Тема: Захист проектних робіт.

Мета: перевірити знання учнів з теми «Математичні основи векторної графіки».

Тип уроку: перевірка знань

Структура уроку

I	Організаційна частина	1 хв.
II	Оголошення теми і завдань уроку	1 хв.
III	Перевірка знань	40 хв.
IV	Підсумок уроку	3 хв.

Хід уроку

I. Організаційна частина

Привітання. Учні сидять за партами або столами. Мобільні телефони учні вимикають! Комп'ютери можуть бути вимкнені або увімкнені, залежно від організації роботи у кабінеті інформатики.

II. Оголошення теми і завдань уроку

Тема уроку «Захист проектних робіт».

III. Перевірка знань

Виступи учнів з проектними роботами.

IV. Підсумок уроку

Сьогодні ви закінчили вивчення теми «Математичні основи векторної графіки». Як ви вважаєте, отримані вами знання та навички стануть вам у нагоді в майбутньому? Наскільки корисною була набута вами нова інформація?

Додаток 11

