



”

Карпенко О., Острога М. Спеціалізоване програмне забезпечення в галузі комп'ютерної графіки та його вивчення на уроках інформатики. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2020. Том 7, № 1. С. 13-19.

Karpenko O., Ostroha M.. Spetsializovane prohramne zabezpechennia v haluzi kompiuternoї hrafiky ta yoho vyyvchennia na urokakh informatyky [Specialized software in the field of computer graphics and its study in computer science lessons]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2020. Vol. 7, № 1. S. 13-19.

О. Карпенко, М. Острога

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ГАЛУЗІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ТА ЙОГО ВИВЧЕННЯ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

Анотація. Стаття присвячена проблемі вивчення комп'ютерної графіки на уроках інформатики. Охарактеризовано види комп'ютерної графіки та надано короткий опис растрових і векторних редакторів, описано особливості тривимірної графіки та відповідного програмного забезпечення для роботи з нею. Проведено аналіз навчальних програм ЗЗСО та підручників з інформатики. Виявлено, що опанування комп'ютерної графіки передбачено в старшій школі, зокрема, на рівні стандарту у вибіркових модулях «Графічний дизайн», «Комп'ютерна анімація», «Тривимірне моделювання» та на профільному рівні у розділі «Графіка\мультимедіа». Проведено аналіз навчальних підручників і виявлено, що: серед растрових графічних редакторів розглядаються ACDSee Photo Editor, Corel PHOTO-PAINT, Microsoft Paint (останнім часом Paint.NET), Adobe Photoshop і GIMP; серед векторних редакторів - Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, Corel Draw, Inkscape, Corel Xara; програми для роботи з фрактальною графікою (Ultra Fractal, Fractracer) і тривимірною - Maya, SoftImage, 3D-Studio Max, LightWave3D, а також програми для створення комп'ютерної анімації - Adobe Photoshop, Autodesk Maya, GIMP, Blender, Synfig, Visual GIF, Animator. Додаткових науково-методичних розвідок потребують проблеми: опанування учнями комп'ютерної анімації і фрактальної графіки, розробки дидактичних матеріалів різнорівневого характеру тощо.

Ключові слова: комп'ютерна графіка, спеціалізоване програмне забезпечення, вивчення комп'ютерної графіки на уроках інформатики, старша школа.

О. Karpenko, M. Ostroha

Makarenko Sumy State Pedagogical University

SPECIALIZED SOFTWARE IN THE FIELD OF COMPUTER GRAPHICS AND ITS STUDY IN COMPUTER SCIENCE LESSONS

Abstract. The article is devoted to the problem of studying computer graphics in computer science classes. The types of computer graphics are characterized and a brief description of raster and vector editors is provided, the features of three-dimensional graphics and the corresponding software for working with them are described. The analysis of the educational programs of the National Academy of Sciences and textbooks on informatics was carried out. It was found that the mastery of computer graphics is foreseen in high school, in particular, at the standard level in the optional modules "Graphic Design", "Computer Animation", "3D Modeling" and at the profile level in the "Graphics\Multimedia" section. An analysis of textbooks was conducted and it was found that: among raster graphics editors, ACDSee Photo Editor, Corel PHOTO-PAINT, Microsoft Paint (lately Paint.NET), Adobe Photoshop, and GIMP are considered; among vector editors - Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, Corel Draw, Inkscape, Corel Xara; programs for working with fractal graphics (Ultra Fractal, Fractracer) and three-dimensional graphics - Maya, SoftImage, 3D-Studio Max, LightWave3D, as well as programs for creating computer animation - Adobe Photoshop, Autodesk Maya, GIMP, Blender, Synfig, Visual GIF, Animator. The problems that require additional scientific and methodological research are students' mastery of computer animation and fractal graphics, development of didactic materials of a different level, etc.

Keywords: computer graphics, specialized software, studying computer graphics in computer science classes, high school.

Постановка проблеми. Серед розмаїття можливостей, що надаються сучасними обчислювальними засобами, ті, що ґрунтуються на просторово-образному мисленні людини, займають особливе місце. Сучасні програмно-апаратні засоби комп'ютерної графіки є дуже ефективним інструментом підтримки такого мислення при виконанні робіт різних видів. З іншого боку, саме просторово-образне мислення є неформальною творчою основою для розширення образотворчих можливостей комп'ютерів. Ця важлива обставина передбачає взаємну співпрацю все більш досконалої техніки і людини. Око завжди було ефективним засобом пізнання людиною світу та себе. Тому такою привабливою виявляється комп'ютерна графіка

Комп'ютерна графіка – сфера діяльності людини, в якій комп'ютери використовуються як інструмент для створення зображень, а також для обробки візуальної інформації, отриманої з реального світу [1].

Сьогодні робота з комп'ютерною графікою – один із найпопулярніших напрямків у галузі інформаційних технологій, причому займаються нею не лише професійні художники та дизайнери. Можна виділити кілька напрямків розвитку комп'ютерної графіки: поліграфія, двовимірна графіка, web-дизайн, мультимедіа, 3D-графіка та комп'ютерна анімація, відеомонтаж, САПР та ділова графіка.

Знання основ комп'ютерної графіки сьогодні необхідне фахівцям різних професій. Тривимірні зображення використовують у медицині (комп'ютерна томографія), картографії, поліграфії, геофізиці,

ядерної фізики та інших областях. Телебачення та інші галузі розваг використовують анімаційні засоби комп'ютерної графіки (комп'ютерні ігри, фільми). Загальноприйнятою практикою вважається також використання комп'ютерного моделювання під час навчання пілотів та інших професій (тренажери). У наші дні телебачення та інші рекламні підприємства часто вдаються до послуг машинної графіки та комп'ютерної мультиплікації. Використання машинної графіки в індустрії розваг охоплює такі несхожі області, як відеоігри та повнометражні художні фільми.

Аналіз шкільних програм свідчить, що вивчення комп'ютерної графіки є важливим елементом інформатичної підготовки молоді. Водночас таке вивчення відбувається на спеціалізованому програмному забезпеченні, яке знаходиться у постійному розвитку – з'являються не лише нові версії програм, а й принципово нове ПЗ для створення графічних об'єктів, зокрема для роботи з 3D-об'єктами. Вивчення останніх передбачено навчальними програмами інформатики старшої школи на рівні варіативних модулів, а тому ще не є усталеним і не має достатньої кількості дидактичних матеріалів, чим підтверджується актуальність даної роботи.

Мета дослідження: проаналізувати спеціалізоване програмне забезпечення (ПЗ) в галузі комп'ютерної графіки та виявити особливості його вивчення на уроках інформатики в ЗЗСО України.

Досягнення мети передбачало використання низки *теоретичних методів* дослідження:

– контент-аналіз науково-популярних і методичних джерел для обґрунтування актуальності роботи, характеристики видів комп'ютерної графіки, її переваг і недоліків, опису найбільш поширених програмних засобів для роботи з графічними об'єктами;

– аналіз і узагальнення нормативних документів МОН, навчальної і методичної літератури щодо навчання комп'ютерної графіки в ЗЗСО;

– моделювання для розроблення уроку з вивчення модуля «3D-графіка» на базі ПЗ Blender.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні інформатику вивчають вже з початкових класів і до самого закінчення школи. Розглянемо місце вивчення комп'ютерної графіки у чинних навчальних програмах старшої школи.

Усі навчальні програми розміщені на сайті Міністерства освіти і науки України [7]. Для старшої школи (10-11 класи) передбачено два варіанти навчальної програми – рівень стандарту та профільний рівень навчання [7].

Вивчення комп'ютерної графіки знаходить своє відображення у вибіркового модулі «Графічний дизайн» навчальної програми для 10-11 класів ЗЗСО (рівень стандарту). На даний модуль відведено 35 годин.

В даному модулі вивчаються наступні розділи і теми (рис. 1-4).

Графічний дизайн як засіб візуальної комунікації	Історія графічної культури.
	Дизайн і його тенденції.
	Ілюстрація. Цифрове мистецтво.
	Сучасна реклама та фірмовий стиль: напрямки, стилі, тренди.
	Реклама. Психологія сприйняття реклами.
	Інфографіка.
	Типографіка, шрифти і шрифтові пари. Прийоми каліграфії та лєттерінгу. Особливості поєднання шрифтів.
	Коротка історія дизайну і типографіки.
	Електронні та друковані портфоліо.
	Веб-дизайн.

Рис. 1. Навчальний зміст розділу «Графічний дизайн як засіб візуальної комунікації»

Растрова графіка	Характеристики зображення та засобів його відтворення - яскравість, контрастність, роздільна здатність, інтервал оптичної щільності (фотографічна ширина), колірна гама, палітра, глибина кольору, насиченість кольору.
	Растровий графічний редактор як інструмент для дизайну.
	Основні інструменти для малювання.
	Концепція побудови пошарового зображення
	Робота з шарами.
	Створення колажів. Прийоми колажування.
	Робота з текстом.
	Робота з векторними елементами.
	Ретуш та художня обробка зображень, отриманих шляхом фотографування або сканування. Гама-корекція як засіб узгодження діапазону яскравості зображення і характеристик засобу його відтворення.
	Тоновна корекція зображень. Робота з кольором.
	Створення елементів для веб-сторінок.
	Анімація в растровому графічному редакторі.

Рис. 2. Навчальний зміст розділу «Растрова графіка»

Основи композиції та дизайну	Колір. Теорія кольору. Колористика.
	Колірний круг. Система Pantone. Колір в рекламі.
	Насиченість, світлість, колірний тон, психологія кольору. Створення гармонійних колірних поєднань.
	Основи теорії дизайну.
	Символи та образи.
	Художній образ.
	Стиль та композиція в дизайні.
	Знакові системи. Принципи побудови знаків. Стилістична єдність.
	Поняття бренду, брендингу. Елементи фірмового стилю. Айдентика.
	Створення логотипів. Брендгайд. Брендбук.

Рис. 3. Навчальний зміст розділу «Основи композиції та дизайну»

Векторна графіка	Векторний графічний редактор як інструмент для дизайну.
	Основні інструменти для малювання.
	Робота з векторними контурами.
	Трасування об'єктів.
	Маскування.
	«Живі» переходи. Спотворення і деформація.
	Заливка об'єктів. Робота з градієнтами. Прозорість. Градієнтна сітка.
	Художні ефекти. Робота з символічними об'єктами.
	Робота з текстом. Макетування.
	Художнє оформлення тексту.
	Ділова графіка.

Рис. 4. Навчальний зміст розділу «Векторна графіка»

Іншим модулем з вивчення комп'ютерної графіки є «Комп'ютерна анімація». Вивчення цього вибіркового модуля супроводжують наступні теми (рис. 5).

Вивчення комп'ютерної графіки у старших класах за рівнем стандарт не закінчується на вибірових модулях «Графічний дизайн» та «Комп'ютерна анімація». Окремим модулем є вивчення тривимірної графіки, який так і називається «Тривимірне моделювання».

Варто зазначити, що за навчальною програмою з інформатики для старших класів вибір графічного редактора залишається за вчителем інформатики. Тому вчитель може обрати будь який редактор для навчання – як маловимогливі до машинних ресурсів Paint чи Inkscape, так і більш потужні Adobe Photoshop чи Corel Draw.

Основи анімації	Анімація. Види анімації. Комп'ютерна анімація.
	Порівняння растрової та векторної анімації. Тривимірне моделювання і анімація.
	Програмні середовища для створення анімацій.
	Приклади застосування анімації.
	Анімація в редакторі растрової графіки
	Основи растрової графіки. Використання фото та кліпартів. Підготовка малюнків для створення анімації.
	Призначення та основні функції редактора GIF-анімацій.
	Покадрова анімація. Анімація на основі фотоколлажу. Експортування анімації.
	Статичні та динамічні зображення. Використання шарів. Анімація декількох об'єктів.
	Налаштування швидкості відтворення анімації.
	Анімація руху об'єктів.
	Анімація зіткнення декількох об'єктів.
	Ефекти анімації обертання об'єктів.
	Інструменти трансформації і деформації.
	Анімація кольору. Градієнтні заливки, текстури. Ефекти анімації з колірними переходами, анімація прозорості.
	Використання візуальних ефектів в анімації.
	Анімація тексту.
	Моделювання явищ та процесів засобами анімації.
	Створення анімованого банера для веб-сторінок. Зміна тексту та зображень в анімованому банері.
	Векторна анімація
	Основи векторної графіки. Створення та редагування векторних зображень.
	Векторна анімація. Види векторної анімації: покадрова, руху, форми, з використанням криволінійних шляхів.
	Налаштування швидкості відтворення анімації. Прискорення та уповільнення.
	Використання шарів для створення анімації, змінення їх властивостей.
	Анімація руху одного та кількох об'єктів.
	Анімація обертання.
	Інструменти трансформації і деформації. Анімація кольору.
	Створення керованої анімації.

Рис. 5. Навчальний зміст варіативного модуля «Основи анімації»

Щодо навчальної програми для старшої школи (10-11 класи) профільного рівня, то і тут має місце вивчення комп'ютерної графіки в розділі «Графіка\мультимедіа», зміст якого подано на рис. 6-7. Цей розділ вивчається в 10 класі.

Характеристики зображення та засобів його відтворення - яскравість, контрастність, роздільна здатність, інтервал оптичної щільності (фотографічна ширина), кольорова гама, палітра, глибина кольору, насиченість кольору.
Растровий графічний редактор як інструмент для дизайну.
Основні інструменти для малювання.
Концепція побудови пошарового зображення
Робота з шарами.
Створення колажів. Прийоми колажування.
Робота з текстом.
Робота з векторними елементами.
Ретуш та художня обробка зображень. Гама-корекція як засіб узгодження діапазону яскравості зображення і характеристик засобу його відтворення.
Тоновна корекція зображень. Робота з кольором.
Створення елементів для веб-сторінок.
Анімація в растровому графічному редакторі.

Рис. 6. Зміст модуля «Графічний дизайн» 10-11 класів

Аналізуючи підручник для 10 класу профільного рівня [3] можна сказати, що комп'ютерна графіка розглядається глибше, ніж в середній школі. Серед растрових графічних редакторів автори підручника виділяють наступні: ACDSee Photo Editor, Corel PHOTO-PAINT, Microsoft Paint (останнім часом Paint.NET), Adobe Photoshop і GIMP (рис. 8).

Сучасні напрями використання комп'ютерної графіки.
Моделі відображення кольору. Графічні формати, конвертація файлів.
Інструменти растрового графічного редактора та їх налаштування.
Шари. Створення колажу. Редагування та ретушування. Канали. Корекція кольорута тону. Фільтри.
Інструменти векторного графічного редактора та їх налаштування.
Векторні примітиви. Складні векторні об'єкти. Текст. Художні ефекти.
Макетування та верстка графічного документа. Макетування для Web.
Комп'ютерна анімація. Ідея, сценарій та стиль анімації. Часова шкала, рівні, кадри та об'єкти кадрів. Види анімацій. Інтерактивна анімація.

Рис. 7. Зміст розділу «Графіка\мультимедіа»

Векторні редактори представлені програмами Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, Corel Draw, Inkscape, Corel Xara (рис. 9).



Рис. 8. Скрін сторінки підручника



Рис. 9. Скрін сторінки підручника

Також у даному підручнику розглянуті програми для створення фрактальної графіки (рис. 10) – Ultra Fractal, Fractracer. Серед редакторів тривимірної графіки виділяють Maya, SoftImage, 3D-Studio Max, LightWave3D (рис. 11). А для створення комп'ютерної анімації автори розглядають Adobe Photoshop, Autodesk Maya, GIMP, Blender, Synfig, Visual GIF, Animator (рис. 12).

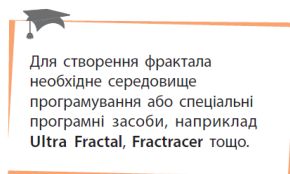


Рис. 10. Скрін сторінки підручника



Рис. 11. Скрін сторінки підручника



Рис. 12. Скрін сторінки підручника

У підручнику автори розглядають додатково створення векторних зображень в офісних програмних засобах, а саме MS Word. Більш детально описано векторний графічний редактор Inkscape, інтерфейс редактора, інструменти програми, налаштування, ефекти тощо.

Із растрових редакторів детально розглянуто програму GIMP, вивчення якого представлено темами (рис. 13).

Інструменти малювання в GIMP та їх налаштування
Інструменти виділення в GIMP та їх налаштування
Шари. Створення шарів
Редагування зображень у GIMP
Канали. Корекція кольору й тону
Коригування зображення. Інструменти ретушування в GIMP
Фільтри. Інструмент Текст

Рис. 13. Темы для вивчення програми GIMP

Отже, провівши аналіз навчальних програм ЗЗСО та підручників з інформатики можна стверджувати, що комп'ютерна графіка міцно закріпилася для вивчення в старшій школі, зокрема, на рівні стандарту у вибіркових модулях «Графічний дизайн», «Комп'ютерна анімація», «Тривимірне моделювання» та на профільному рівні у розділі «Графіка\мультимедіа» і вивчається у 10 класі ЗЗСО.

Актуальність вивчення 3D-моделювання пов'язана із збільшенням ролі комп'ютерного моделювання у вивченні інформатики, оскільки візуальна складова сучасних інформаційних технологій ґрунтується на базі графічних елементів, різноманітних видів моделювання та графіки. Тема «Тривимірне моделювання» передбачена в навчальній програмі для 10-11 класів ЗЗСО (Рівень стандарту), проте у вибіркових модулях. На вивчення цієї теми відводиться 35 годин [7].

Розглянемо зміст вибіркового модуля «Тривимірне моделювання» (рис. 14).

Тривимірна графіка
Створення простих тривимірних об'єктів
Створення та редагування тривимірних об'єктів неправильної форми.
Матеріали і текстури
Тривимірна анімація
Візуалізація та рендеринг

Рис. 14. Розділи варіативного модуля «Тривимірне моделювання»

Поміж підручників з інформатики для закладів загальної середньої освіти для 10-11 класів вивчення теми «Тривимірне моделювання» не розглядається. Припускаємо, що причина полягає в тому, що ця тема знаходиться у вибіркового модулі, а не в базовому.

Також у підручниках з інформатики для загальноосвітніх навчальних закладів для 9 класів на вивчення теми «Тривимірне моделювання» відводиться параграф в одному підручнику та в одному лише згадується. Так, у підручнику «Інформатика» (автори О.О. Бондаренко, В.В. Ластовецький, 2017р.) в розділі «Комп'ютерне моделювання» є параграф «Моделювання інтер'єру» (рис. 15), де використовується 3D-моделювання (пропонується програма Sweet Home 3D) [4].

В підручнику «Інформатика» (автори Н.В. Морзе, О.В. Барна, 2017р.) (рис. 16) пропонуються тільки приклади 3D-моделей в мережі Інтернет [6].

В підручнику «Інформатика» (автори Й.Я. Ривкінд, Т.І. Лисенко, 2017р.) тема «3D-моделювання» не розглядається взагалі [5].



Рис. 15. Розгортка підручника «Інформатика» О.О. Бондаренко



Рис. 16. Сторінка підручника «Інформатика» Н.В. Морзе

Таким чином, вивчення 3D-моделювання в курсі старшої школи передбачається у 10-11 класах за вибірковою програмою. На неї виділяється 35 годин, і на кожну тему вчитель сам відводить потрібний час. За цей термін заплановано вивчення таких тем: тривимірна графіка, переміщення, масштабування, групування, вирівнювання, обертання, копіювання та клонування об'єктів; вершини, ребра, грані, графічні текстури, рендеринг тривимірної сцени, шкала часу, анімація, 3D-друк.

При написанні кваліфікаційної роботи було розроблено навчально-методичні матеріали для використання його на уроках інформатики при вивченні варіативного модуля «Тривимірне моделювання» у 10 класі ЗЗСО. В цих матеріалах ми зробили акцент на програмі для 3D-моделювання Blender, оскільки вона вільнопоширювана та легка в засвоєнні.

Висновки.

1. Комп'ютерна графіка як сфера діяльності людини, в якій комп'ютери використовуються як інструмент для створення та обробки зображень, трансформувалася у науково-освітню галузь. Найбільшого поширення набула растрова і векторна графіка, які базуються на роботі з графічними примітивами, що задаються описово через кожен піксель (растрова) або ж формулами (векторна).

Графічні редактори – широкий клас програм, призначених для створення та обробки графічних зображень. Розрізняють три категорії графічних редакторів: растрові; векторні; 3D-редактори (редактори тривимірної графіки). Найбільш поширеними сьогодні є растрові графічні редактори Microsoft Paint, Paint.NET, Adobe PhotoShop, GIMP. Типовими представниками векторних редакторів є Adobe Illustrator, Macromedia Freehand та CorelDRAW та ін. Набуває поширення й розвитку фрактальна графіка, яка базується на побудові фрактальних об'єктів. Побудови фрактальних графічних об'єктів здійснюються за допомогою програм Apophysis, ChaosPro, Fragmentarium, Incendia, Ultra Fractal.

2. Тривимірна графіка або 3D-моделювання – комп'ютерна графіка, що поєднує в собі прийоми і інструменти, необхідні для створення об'ємних об'єктів в тривимірному просторі. Серед основних видів тривимірної комп'ютерної графіки виділяють полігональну і сплайнову графіку.

Сьогодні існує багато редакторів тривимірної графіки, які відрізняються своїм призначенням і набором інструментів: Autodesk 3ds Max – програма для створення і редагування тривимірної графіки і анімації, Autodesk Maya – потужний професійний редактор 3d-графіки, який використовується в телебаченні, кінематографі, при розробці комп'ютерних ігор, ZBrush – програма для тривимірного моделювання, де імітується процес ліплення 3d-скульптури, Blender – пакет для створення 3D-графіки, який включає в себе засоби моделювання, анімації, рендеринга, постобробки відео, а також створення інтерактивних ігор, Cinema 4D – це універсальна комплексна програма для створення і редагування тривимірних ефектів і об'єктів, SketchUp – програма для моделювання відносно простих тривимірних об'єктів (будівель, меблів, інтер'єру тощо).

3. За аналізом навчальних програм ЗЗСО та підручників з інформатики виявлено, що опанування комп'ютерної графіки передбачено в старшій школі, зокрема, на рівні стандарту у вибіркових модулях «Графічний дизайн», «Комп'ютерна анімація», «Тривимірне моделювання» та на профільному рівні у розділі «Графіка\мультимедіа». Також проведений аналіз навчальних підручників засвідчив, що серед растрових графічних редакторів виділені ACDSee Photo Editor, Corel PHOTO-PAINT, Microsoft Paint (останнім часом Paint.NET), Adobe Photoshop і GIMP. Векторні редактори представлені програмами Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, Corel Draw, Inkscape, Corel Xara. Пропонуються для ознайомлення програми для роботи з фрактальною графікою (Ultra Fractal, Fractracer), тривимірною - Maya, SoftImage, 3D-Studio Max, LightWave3D, а також для створення комп'ютерної анімації - Adobe Photoshop, Autodesk Maya, GIMP, Blender, Synfig, Visual GIF, Animator.

Робота не претендує на вичерпність. Додаткових науково-методичних розвідок потребують проблеми: опанування учнями комп'ютерної анімації і фрактальної графіки, розробки дидактичних матеріалів різнорівневого характеру тощо.

Список використаних джерел

1. Актуальність теми «Комп'ютерна графіка» для наповнення навчального електронного ресурсу для подальшого вивчення. URL: https://urok-graphics.ucoz.ua/publ/aktualnist_temi_komp_juterna_grafika_dlja_vivchennja_v_shkoli/1-1-0-1
2. Безуглий Д. С., Юрченко А. О., Удовиченко О. М. Огляд засобів комп'ютерної візуалізації для підтримки навчального матеріалу. Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, VI (63), Issue: 153, 2018. Pp. 11-14.
3. Інформатика (рівень стандарту) : підруч. для 10 (11) кл. закл. заг. серед. освіти / В. Д. Руденко, Н. В. Речич, В. О. Потієнко. Харків : Вид-во «Ранок», 2018. 160 с.
4. Інформатика (рівень стандарту) : підруч. для 10 (11) кл. закл. заг. серед. освіти / О. О. Бондаренко, В. В. Ластовецький, О. П. Пилипчук, Є. А. Шестопапов. Харків : Вид-во «Ранок», 2018.
5. Інформатика (рівень стандарту) : підруч. для 10-го (11-го) кл. закл. заг. серед. освіти / Й.Я. Ривкінд [та ін.]. Київ : Генеза, 2018. 144 с.
6. Інформатика: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів / Морзе Н.В., Барна О.В., Вембер В.П., К.: УОБЦ «Оріон», 2017. 208 с.
7. Навчальні програми для 5-9 класів. URL <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>
8. Шамо́ня В.Г. Про комп'ютерну графіку як інструмент навчання і професійної діяльності вчителя / В.Г. Шамо́ня, О.М. Удовиченко, А.О. Юрченко // Наукові доповіді викладачів фізико-математичного факультету. – Суми : Вид-во фізико-математичного факультету СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2017. – Випуск 2. – С.48-52.
9. Yurchenko A.O., Udovychenko O.M., Rozumenko A.M., Chkana Y.O., Ostroha M.M. (2019). Regional Computer Graphics Competition as a Tool of Influence on the Profession Choice: Experience of Sumy Region of Ukraine. 42nd International Convention on Computers in Education (MIPRO) (May 20 – 24, 2019), Opatija, Croatia, 2019, pp. 909-914.