

**Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Інститут комп'ютерної інженерії, автоматизації,  
робототехніки та програмування ім.П.Н.Платонова**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І  
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2023»**

***МАТЕРІАЛИ  
XVI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ***



**19 - 20 ЖОВТНЯ 2023 р.**

**м.ОДЕСА**

**Ministry of education and science of ukraine**  
**Odessa national university of technology**  
**P.N. Platonov Institute of computer engineering, automation,**  
**robotics and programming**

**«INFORMATION TECHNOLOGIES AND  
AUTOMATION– 2023»**

***PROCEEDINGS  
OF THE XVI INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL  
CONFERENCE***



**OCTOBER 19 - 20, 2023**

**ODESSA**

**ПРЕЗИДІЯ ТА ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**PRESIDIUM AND ORGANIZING COMMITTEE OF THE CONFERENCE**

**ГОЛОВА ПРЕЗИДІЇ**  
**CHAIRMAN OF THE PRESIDIUM**

**Єгоров Б.В.**, Президент ОНТУ, академік НААН України, д.т.н., професор

**ЧЛЕНИ ПРЕЗИДІЇ**  
**MEMBERS OF THE PRESIDIUM**

**Іванченкова Л.В.**, Ректор ОНТУ, д.е.н., професор

**Поварова Н.М.**, проректор з наукової роботи, к.т.н., доцент

**ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ**  
**CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE**

**Котлик С.В.** – директор навчально-наукового інституту комп'ютерної інженерії, автоматизації, робототехніки та програмування ОНТУ, к.т.н., доц.

**ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ**  
**DEPUTY CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE**

**Хобін В.А.** – д.т.н., професор кафедри АТПтаРС ОНТУ

**ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ**  
**MEMBERS OF THE ORGANIZING COMMITTEE**

**Panagiotis Tzionas**, prof. (Thessaloniki, Greece)

**Qiang Huang**, prof. (Los Angeles C.A., USA)

**Yangmin Li**, prof (Macao, China)

**Артеменко С.В.**, проф., (Одеса, Україна)

**Романюк О.Н.**, проф. (Вінниця, Україна)

**Грабко В.В.**, проф. (Вінниця, Україна)

**Жученко А.І.**, проф. (Київ, Україна)

**Ладанюк А.П.**, проф. (Київ, Україна)

**Лисенко В.Ф.**, проф. (Київ, Україна)

**Любчик Л.М.**, проф. (Харків, Україна)

**Палов І.**, проф. (Русе, Болгарія)

**Стовкова В.Д.**, доц. (Тракия, Болгарія)

**Суслов В.**, доц. (Кошалін, Польща)

**Артем'єв П.**, проф. (Ольштин, Польща)

**Судацевські В.**, доц. (Кишинів, Молдова)

**Аманжолова С.**, доц. (Алмати, Казахстан)

Інформаційні технології і автоматизація – 2023 / Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції. Одеса, 19-20 жовтня 2023 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. – 451 с.

Збірник включає матеріали доповідей учасників конференції, які об'єднані за тематичними напрямками конференції.

Збірник буде корисним як для фахівців і працівників фірм, зайнятих в області ІТ та автоматизації, так і для викладачів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками і спеціальностями програмного забезпечення, обчислювальної техніки і автоматизованих систем, прикладної математики та обробки інформації, буде корисним професіоналам з комп'ютерного моделювання та розробки комп'ютерних ігор.

Результати досліджень у збірнику представляють собою своєрідний зріз сучасного стану справ в перерахованих галузях знань, який може допомогти як фахівцям, так і студентам університетів скласти загальну картину розвитку інформаційних технологій та пов'язаних з ними питань.

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку прізвищ авторів.

Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції. Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.

Рекомендовано для публікації Вченою Радою Одеського національного технологічного університету від 20.10.2023 р., протокол № 5.

Матеріали подано українською та англійською мовами.  
Редактор збірника Котлик С.В.

УТРИМАННЯ КОРИСТУВАЧІВ. <b>Дружин І. Є., Бандоріна Л.М.</b> (Український державний університет науки і технологій, Україна)	
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНОЇ 2D-ГРИ В ЖАНРІ ВЕРТИКАЛЬНОГО СКРОЛЛ- ШУТЕРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ІГРОВОГО ДВИГУНА UNITY. <b>Джабраїлов Д.В., Кривченко А.А., Нестеренко В.Д.</b> (ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", Україна)	408
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ ОСВІТЛЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ РЕНДЕРИНГУ. <b>Романюк<sup>1</sup> О. Н., Котлик<sup>2</sup> С. В., Романюк<sup>1</sup> О.В. Стахов<sup>1</sup> О. Я., Шевченко<sup>1</sup> О. О.</b> ( <sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет, <sup>2</sup> Одеський національний технологічний університет, Україна)	411
<b>РОЗДІЛ 10. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ</b>	417
COMPARING MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR DIABETES PREDICTION BY HUMAN BEHAVIOR RISK FACTORS CLASSIFICATION. <b>Boyko N.I., Kulchytska O.Y.</b> (Lviv Polytechnic National University, Ukraine)	417
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ПСИХІЧНОГО СТАНУ ПІСЛЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ СТРЕСОГЕННИХ ФАКТОРІВ. <b>Белов В.М., Кіфоренко С.І., Гонтар Т.М., Козловська В.О.</b> (Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем, Україна)	420
РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ РЕСУРСАМИ. <b>Вінник Д. В., Ярош Є. О., Дериш Д. В.</b> (Національний університет "Одеська політехніка", Україна)	422
АНАЛІЗ БУДОВИ ТА ПРИНЦИПІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ БІОЧІПІВ НА ОСНОВІ ПОВЕРХНЕВО-АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ. <b>Волкова О.П., Калашнікова Л.Є.</b> (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)	424
МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ТРИВАЛОГО ПСИХОЕМОЦІЙНОГО НАПРУЖЕННЯ. <b>КобзарТ.А., Крячок Т.В.</b> (Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем МОН, Україна)	426
МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ СТАНІВ ДЕФЦИТУ ВІТАМІНУ D. <b>Корхова А. С., Страхов Є. М.</b> (Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Україна)	428
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ. <b>Овчар С. В., Чуйко Г. П.</b> (Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Україна)	429
КОМП'ЮТЕРНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ПО СТАНУ ШКІРИ. <b>Романюк<sup>1</sup> О. Н., Поперечна<sup>1</sup> Є. К., Тітова<sup>1</sup> Н.В., Романюк С.О.</b> ( <sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет, <sup>2</sup> Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	431
<b>РОЗДІЛ 11. 3D МОДЕЛЮВАННЯ ТА 3D ДРУК</b>	434
БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ РЕНДЕРИНГУ. <b>Завальнюк Є.К., Романюк О.Н.</b> (Вінницький національний технічний університет, Україна)	434
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЮ КІНЕСТ ДЛЯ ТРИВИМІРНОГО СКАНУВАННЯ. <b>Соколова О.П., Котлик Д.В.</b> (Одеський національний технологічний університет, Україна)	438
ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ У ТВЕРДОТІЛЬНОМУ МОДЕЛЮВАННІ. <b>Петров В.М.</b> (Одеський національний технологічний університет, Україна), <b>Познар С.С.</b> (НВО Агро-Симо-Машбуд, Україна)	441
СУЧАСНІ МЕТОДИ БІОПРИНТИНГУ. <b>Рейда<sup>1</sup> М. О., Клімбовський<sup>1</sup> Є. О., Черній<sup>1</sup> А. О., Романюк<sup>1</sup> О. Н., Котлик<sup>2</sup> С. В.</b> ( <sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет, <sup>2</sup> Одеський національний технологічний університет, Україна)	443
ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНИХ 3-D МОДЕЛЕЙ ЗА КРЕСЛЕННЯМИ МЕХАНІЗМІВ СТАРИХ ЗРАЗКІВ. <b>Соколова О.П., Шинкар</b>	445

## Розділ 11.

### 3D моделювання та 3D друк

УДК 004.92

#### БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ РЕНДЕРИНГУ

Завальнюк Є.К., Романюк О.Н.

(qq9272627@gmail.com, rom8591@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет (Україна)

*У роботі проаналізовано основні вимоги до розробки програмних систем візуалізації тривимірних об'єктів.*

**Вступ.** Графічний конвеєр для формування тривимірних сцен включає підсистеми геометричних перетворень та рендерингу. Підсистема рендерингу [1] полягає у формуванні двовимірного зображення відносно тривимірної геометричної моделі сцени. Загальними етапами візуалізації сцени [1] (рис. 1) є розрахунок векторів у вершинах полігонів поверхні об'єкта, розрахунок векторів всередині полігонів, нормалізація векторів, розрахунок моделі відбивної здатності поверхні, обчислення складових інтенсивності кольору та сумарної інтенсивності кольору кожного пікселя.



Рисунок 1 – Основні етапи візуалізації об'єктів

Визначення інтенсивності кольору пікселів характеризується великою обчислювальною складністю, тому при розробці програмних систем рендерингу важливе забезпечення не лише реалістичної візуалізації об'єктів, а й прийнятної продуктивності їх зафарбовування.

**Мета.** Проаналізувати основні вимоги до програмних систем рендерингу.

Вхідними даними програмних систем рендерингу тривимірних сцен є дані, отримані на етапі геометричних перетворень. Програмна система може додатково включати підсистему геометричних перетворень або використовувати інформацію з файлів тривимірних об'єктів (.obj, .stl).

Програмна обробка вхідної полігональної моделі повинна розпочинатись з розрахунку у кожній вершині сітки вектора нормалі та векторів до джерела світла, камери. Нормаль вершини полігона визначається через усереднення нормалей прилеглих до неї полігонів.

Подальші етапи візуалізації об'єкта залежать від обраного методу зафарбовування його поверхні. Бажано, щоб система могла визначити оптимальний метод зафарбовування [2] для кожного полігона моделі. Для цього програмна система може розраховувати кривизну полігона. У випадку трикутника найпростіший підхід до оцінки його кривизни полягає у порівнянні кутів сферичного трикутника [2] (рис. 2-а), утвореного нормальми його вершин. Також можливо обчислити кривизну вершин трикутника (рис. 2-б) на основі кутів прилеглих полігонів. Якщо кривизна полігона перевищує порогове значення, то застосовується метод зафарбовування Фонга. Інакше (або якщо об'єкт віддалений від камери) застосовується більш простий метод Гуро.

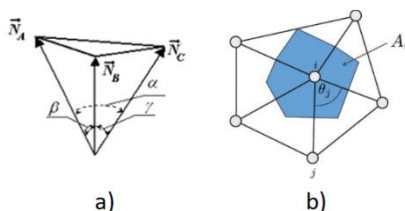


Рисунок 2 – Способи оцінки кривизни трикутника полігональної сітки

Якщо програмною системою обрано метод Гуро, то на основі розрахованих векторів вершин спершу обчислюється інтенсивність кольору у вершинах полігону.

Спекулярна складова [3] інтенсивності кольору відповідає за відблиски. Для її знаходження спершу обчислюється двопротенева функція відбивної здатності (ДФВЗ), яка визначає частку відбитого випромінювання у напрямку до камери. Значення ДФВЗ залежить від орієнтації векторів нормалі, камери та джерела світла, що повинні бути нормалізовані.

Нормалізація вектора [4] полягає у діленні кожної його складової на корінь суми квадратів складових. Операції ділення та розрахунку кореня характеризуються значною обчислювальною складністю. Тому програмна система повинна використовувати методи спрощеної нормалізації векторів. Серед підходів до спрощеної нормалізації [4] нормалей виділяються розклад оберненої довжини вектора у ряд Тейлора, нормалізація на основі кроків ітерації Ньютона-Рафсона (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні підходи до нормалізації нормалей

Назва	Формула	Пояснення
Нормалізація на основі кроків Ньютона-Рафсона	$\hat{N}_n = (\hat{N} / 3)(3 - (\hat{N} \cdot \hat{N}))$	$\hat{N}_n$ - нормалізована нормаль
Нормалізація за підходом Ліона	$\hat{N}_n = \hat{N}(1 - 0.5((\hat{N} \cdot \hat{N}) - 1) + 3 / 8((\hat{N} \cdot \hat{N}) - 1)^2)$	-

Бажаною є можливість застосування у програмній системі різних ДФВЗ залежно від потреб користувача. Реалізовані у системі ДФВЗ повинні відповідати ряду критеріїв [5], до яких належать неперервність, максимально точне відтворення зони епіцентру відблиску, монотонне відтворення зони блюмінгу відблиску, невід'ємність значень, відповідність закону збереження енергії, відповідність принципу симетричності Гельмгольца, простота формули для можливості апаратної

реалізації, відсутність експоненціальної залежності складності розрахунку формули від коефіцієнта спекулярності поверхні.

Значення спекулярної складової отримується множенням значення ДФВЗ на інтенсивність джерела та коефіцієнт спекулярного відбиття. Дифузна складова [3] визначає видимість об'єкта та визначається на основі коефіцієнта дифузного відбиття, інтенсивності джерела світла, нормалізованих векторів нормалі та джерела. Складова розсіяного світла [3] подає світло від навколишнього середовища та визначається з врахуванням коефіцієнта відбиття розсіяного світла, інтенсивності розсіяного світла. Фінальна інтенсивність кольору вершини розраховується шляхом поєднання складових спекулярного й дифузного відбиття, розсіяного світла.

Значення інтенсивностей кольору пікселів всередині полігонів визначаються за допомогою лінійної інтерполяції інтенсивностей у вершинах трикутника.

Якщо системою ідентифіковано велику кривизну полігона й обрано метод Фонга, то замість інтерполяції інтенсивностей застосовується інтерполяція нормалей вершин. Також для кожної точки полігону визначаються вектори до камери та джерела світла.

Підходами до швидкої інтерполяції [4] нормалей є квадратична інтерполяція [4], сферично-кутова інтерполяція [4], інтерполяція на основі принципу дихотомії [4]. Формули [4] для інтерполяції векторів нормалей подано у таблиці 2.

Таблиця 2 – Основні підходи до інтерполяції нормалей

Назва	Формула	Пояснення
Інтерполяція нормалей на основі принципу дихотомії	$\mathbf{r}_{N_{(1/2^{n+1})}} = (\mathbf{r}_{N_a} + \mathbf{r}_{N_{1/2^n}}) / \sqrt{2 + \sqrt{2(1 + \cos(\psi/2^{n-1}))}}$	$\psi$ - кут між початковою та кінцевою нормаллями ( $\mathbf{N}_a$ і $\mathbf{N}_b$ ), $\mathbf{N}_{1/2^n}$ - нормаль, отримана при $n$ -ому поділі сегментів рядка растеризації
Сферично-кутова інтерполяція нормалей	$\mathbf{N}(t) = \mathbf{N}_a \cdot \cos(t \cdot \varphi) + \mathbf{N}_k \cdot \sin(t \cdot \varphi)$	$t \in [0, 1]$ - номер пікселя у рядку растеризації, $\varphi$ - кут між нормаллями, $\mathbf{N}_k$ - нормований вектор нормалі
Квадратична інтерполяція нормалей	$\mathbf{N}_{i,t} = \mathbf{G}_i \cdot t^2 + \mathbf{P}_i \cdot t + \mathbf{Q}_i$	$\mathbf{G}_i = 2(\mathbf{N}_{i,b} - 2\mathbf{N}_{i,c} + \mathbf{N}_{i,a})$ , $\mathbf{P}_i = 4\mathbf{N}_{i,c} - \mathbf{N}_{i,b} - 3\mathbf{N}_{i,a}$ , $\mathbf{Q}_i = \mathbf{N}_{i,a}$ , $\mathbf{N}_{i,c}$ - нормаль середньої точки рядка растеризації

Перспективною є сферично-кутова інтерполяція, що дозволяє інтерпольовати нормаль на основі двох попередніх.

Інтерпольовані нормалі використовуються для визначення інтенсивностей кольору в усіх точках полігону. Для цього аналогічно використовується функція зафарбовування на основі трьох складових. Відблиски зазвичай займають близько 10% [5] поверхні об'єкта, тому спекулярна складова повинна обчислюватись у програмі лише, якщо наявність відблиска у полігоні є можливою. Найбільше значення спекулярної складової має місце, коли кут між нормаллю та напіввектором (серединний вектор між напрямками до камери і джерела світла) є мінімальним. Залежно від положення напіввектора, перевіряються [2] його кути з нормаллю вершини трикутника, проміжною нормаллю ребра, проміжними нормаллями усіх ребер.

Після формування системою зображення сцени важливим є її фінальне опрацювання. Для усунення ефекту зубчастості контурів об'єктів необхідна реалізація методів антиаліазингу [6]. До основних методів антиаліазингу належать суперсемплінг (усереднення збільшеного зображення сцени), мультисемплінг (обробка пікселів на границях полігону) та методи постобробки (морфологічне, швидке наближене, часове наближене згладження, субпіксельна реконструкція).



Додатково може здійснюватись покращення якості зображення [6] за допомогою підвищення контрасту, застосування фільтрів згладження чи згорткових нейромереж.

Для підвищення продуктивності візуалізації об'єктів може застосовуватись розпаралелення [7] процесів зафарбовування поверхонь. Може здійснюватись паралельна обробка каналів RGB і координат пікселів, пікселів, кадрів, підкадрів, примітивів, фрагментів примітивів.

Якщо система забезпечує зафарбовування фігур різними методами, повинна бути можливість порівняння реалістичності даних методів. Для цього використовуються метрики оцінювання якості зображення [8], серед яких найпопулярнішими є NMSE, RMSE, PSNR (табл. 3).

Таблиця 3 – Основні метрики оцінювання якості зображення

Метрика	Формула	Пояснення
NMSE	$\frac{\sum_i (R_1(i) - R_2(i))^2 + (G_1(i) - G_2(i))^2 + (B_1(i) - B_2(i))^2}{\sum_i R_1(i)^2 + G_1(i)^2 + B_1(i)^2}$	$i$ -номер пікселя, $R, G, B$ - канали інтенсивності кольору
RMSE	$\sqrt{(\sum_i (R_1(i) - R_2(i))^2 + (G_1(i) - G_2(i))^2 + (B_1(i) - B_2(i))^2) / N}$	$N$ - кількість пікселів
PSNR	$10 \log_{10}(MAX^2 / MSE)$	$MSE$ –RMSE без кореня, $MAX$ - максимальна інтенсивність

Продуктивність програмної системи оцінюється на основі кількості кадрів [5], що система може генерувати за секунду (англ. frames per second – fps).

**Висновок.** Програмні системи рендерингу залежно від завдання повинні забезпечувати прийнятну реалістичність і продуктивність зафарбовування об'єктів. Доцільним є програмне використання концепції адаптивного зафарбовування, при якому метод зафарбовування обирається на основі кривизни та розташування полігона. Для підвищення продуктивності формування сцен можуть застосовуватись спрощення нормалізації нормалей і розпаралелення процесів рендерингу. Реалістичність сформованого зображення залежить від використаної у програмі ДФВЗ. Результати програмної візуалізації сцен можуть порівнюватись на основі метрик якості зображення та частоти формування кадрів.

#### Список використаної літератури

1. О. Н. Романюк, О. В. Романюк, та Р. Ю. Чехмestрук, Комп'ютерна графіка. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2023.
2. О. Н. Романюк, та А. В. Чорний, Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів. Вінниця, Україна: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006.
3. О. Н. Романюк, “Класифікація дистрибутивних функцій відбивної здатності поверхні”, Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка», вип. 9, с. 145 – 151, 2008
4. В. В. Войтко, та О. В. Романюк, “Аналіз методів нормалізації векторів нормалей для задач формування тривимірних зображень”, Наукові праці ВНТУ, № 1, с. 1 – 7, 2009.
5. С. О. Романюк, “Основні вимоги до побудови систем кінцевої візуалізації”, у Інтернет-Освіта-Наука-2014 (ІОН 2014), Вінниця, Україна, 2014, с. 81 – 85.
6. Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк, Р. Ю. Чехмestрук, О. В. Романюк, та А. В. Денисюк, “Методи покращення якості зображень”, у Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я, Харків, Україна, 2023, с. 1167.
7. О. Н. Романюк, М. Д. Обідник, О. В. Романюк, та Н. С. Костюкова, “Ообливості архітектурної побудови систем формування тривимірних зображень”, Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка», вип. 12 (165), с. 87 – 93, 2010.
8. О. Н. Романюк, та Є. К. Завальнюк, “Огляд метрик порівняння якості зображень”, у Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи, Вінниця, Україна, 2023, с. 571 – 573.

***XVI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ***

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І  
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2023»**

**19 - 20 ЖОВТНЯ 2023 р.  
м.Одеса**

***XVI INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE***

**«INFORMATION TECHNOLOGIES AND  
AUTOMATION – 2023»**

**OCTOBER 19 - 20, 2023  
Odessa**

Збірник включає доповіді учасників конференції. Тези доповідей публікуються у вигляді, в якому вони були подані авторами.

Відповідальність за зміст і форму подачі матеріалу несуть автори статей.

The collection includes reports of conference participants. Abstracts are published in the form in which they were submitted by the authors.

The authors of the articles are responsible for the content and form of submission of the material.

**Редакційна колегія:** Котлик С.В., Корнієнко Ю.К., Ломовцев П.Б.

**Комп'ютерний набір і верстка:** Соколова О.П.

**Відповідальний за випуск:** Котлик С.В.