

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**

кафедра програмних засобів

**ЗВІТ**

з лабораторної роботи № 2

з дисципліни «Комп'ютерна графіка та обробка зображень» на тему:

**«СТВОРЕННЯ ШЕЙДЕРІВ»**

Виконав:

ст. гр. КНТ-113сп

Іван ЩЕДРОВСЬКИЙ

Прийняв:

Асистент

Артем ТУЛЕНКОВ

2025

## **1    Мета роботи**

Отримати практичні навички роботи з бібліотекою OpenGL, використовуючи мову програмування C++. Навчитися малювати 3D об'єкти, виконувати базові маніпуляції з ними, створювати вікна, керувати камерою, працювати з освітленням, створювати прості шейдери та зрозуміти як працюють бібліотеки GLEW, GLFW, GLM.

## **2    Завдання до лабораторної роботи**

- 2.1 Змініть фігуру на будь яку іншу нестандартну.
- 2.2 Змініть колір фігури та розташування.
- 2.3 Наведіть коментарі до коду.
- 2.4 Внесіть індивідуальні зміни до коду.

## **3    Виконання лабораторної роботи**

Для виконання лабораторної роботи було використано Visual Studio 17 2022

Лабораторна робота виконувалась, в тому числі, з взаємодією з книгою “Learn OpenGL – Graphics Programming” від Joey de Vries 2020 року, яку можна безкоштовно знайти на сайті [learnopengl.com](http://learnopengl.com).

Під час виконання роботи було створено функцію, яка створює Vertex Object Array, або ж VAO на основі масиву вхідних вершин та масиву індексів вершин, які будуть використовуватись. При такому підході ми можемо зменшити дублювання інформації. Наприклад, щоб відобразити 2 трикутники які мають одну спільну грань тепер нам не потрібно дублювати вершини цієї грані, а достатньо просто вказати індекси. Код цього функціоналу показаний на рисунках 1 та 2.

```

/*!
 * Create Vertex Array Object from all vertices and indices
 */
GLuint initVAO(float vertices[], size_t verticesSize, unsigned int indices[], size_t indicesSize) {
    GLuint VAO;
    glGenVertexArrays(1, &VAO);
    glBindVertexArray(VAO);

    GLuint VBO;
    glGenBuffers(1, &VBO);
    glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VBO);
    glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, verticesSize, vertices, GL_STATIC_DRAW);

    GLuint EBO;
    glGenBuffers(1, &EBO);
    glBindBuffer(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, EBO);
    glBufferData(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, indicesSize, indices, GL_STATIC_DRAW);

    glVertexAttribPointer(0, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 3 * sizeof(float), (void*)0);
    glEnableVertexAttribArray(0);

    return VAO;
}

```

Рисунок 1 – Створення VAO

```

float vertices[] = {
    0.7f, 0.7f, 0.0f, // top right
    0.5f, -0.5f, 0.0f, // bottom right
    -0.7f, -0.7f, 0.0f, // bottom left
    -0.5f, 0.5f, 0.0f, // top left
};

unsigned int indices[] = {
    0, 1, 3,
    1, 2, 3
};

Shader greenShader("simple.vert", "green.frag");
Shader skyShader("simple.vert", "sky.frag");

GLuint VA01 = initVAO(vertices, sizeof(vertices), indices, sizeof(indices));
GLuint VA02 = initVAO(vertices, sizeof(vertices), indices, sizeof(indices));

```

Рисунок 2 – Використання створення VAO

Далі, щоб відобразити щось на екран потрібно, як мінімум, створити vertex та fragment шейдери. Для зручної роботи з шейдерами було створено клас Shader, який читає код з файлів шейдерів, ініціалізує їх, створює шейдер програму, а також

обробляє помилки. Внутрішній код simple-vertex та одного з fragment шейдерів показаний на рисунках 3 та 4 відповідно.

```
#version 330 core
layout (location = 0) in vec3 aPos;

void main() {
    gl_Position = vec4(aPos.x, aPos.y, aPos.z, 1.0);
}
```

Рисунок 3 – Vertex шейдер

```
#version 330 core
uniform vec2 u_resolution;

void main() {
    vec2 st = gl_FragCoord.xy/u_resolution.xy;

    vec3 color1 = vec3(1.0, 1.0, 1.0);
    vec3 color2 = vec3(0.204f, 0.827f, 0.6f);

    float mixValue = distance(st, vec2(0,1));
    vec3 color = mix(color1,color2, mixValue);

    gl_FragColor = vec4(color, mixValue);
}
```

Рисунок 4 – Fragment шейдер

На рисунках 5, 6 та 7 показаний інтерфейс для Shader класу, його внутрішній код та його використання

```
/*!
 * OpenGL Shader program wrapper for work with GLSL shader files
 */
class Shader {
public:
    /**
     * Create Shader program from two shader-files
     *
     * @param vertexPath - Path to vertex shader file in file system
     * @param fragmentPath - Path to vertex shader file in file system
     */
    Shader(const char* vertexPath, const char* fragmentPath);

    /**
     * Use current shader
     */
    void use();

    /**
     * Utils for set 'uniform' variables in shaders
     */
    void setVec2(const std::string& name, float x, float y) const;
private:
    GLuint ID;

    enum Error {
        PROGRAM,
        VERTEX,
        FRAGMENT
    };

    const std::string readShaderFile(std::string path);
    void checkOnErrors(GLuint shader, Shader::Error type);
};
```

Рисунок 5 – Интерфейс для Shader класса

```

Shader::Shader(const char* vertexPath, const char* fragmentPath) {
    const std::string vertexCodeRaw = Shader::readShaderFile(vertexPath);
    const std::string fragmentCodeRaw = Shader::readShaderFile(fragmentPath);

    const char* vertexCode = vertexCodeRaw.c_str();
    const char* fragmentCode = fragmentCodeRaw.c_str();

    GLuint vertexShader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER);
    glShaderSource(vertexShader, 1, &vertexCode, NULL);
    glCompileShader(vertexShader);
    Shader::checkOnErrors(vertexShader, Shader::Error::VERTEX);

    GLuint fragmentShader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);
    glShaderSource(fragmentShader, 1, &fragmentCode, NULL);
    glCompileShader(fragmentShader);
    Shader::checkOnErrors(fragmentShader, Shader::Error::FRAGMENT);

    Shader::ID = glCreateProgram();

    glAttachShader(Shader::ID, vertexShader);
    glAttachShader(Shader::ID, fragmentShader);
    glLinkProgram(Shader::ID);
    Shader::checkOnErrors(Shader::ID, Shader::Error::PROGRAM);

    glDeleteShader(vertexShader);
    glDeleteShader(fragmentShader);
}

void Shader::use() {
    glUseProgram(Shader::ID);
}

```

Рисунок 6 – Внутрішній код конструктору Shader класу

```

    };

    Shader greenShader("simple.vert", "green.frag");
    Shader skyShader("simple.vert", "sky.frag");

    GLuint VA01 = initVAO(vertices, sizeof(vertices), indices, sizeof(indices));
    GLuint VA02 = initVAO(vertices, sizeof(vertices), indices, sizeof(indices));

    while (!glfwWindowShouldClose(window)) {
        processInput(window);

        glClearColor(0.945f, 0.961f, 0.976f, 1.0f);
        glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);

        greenShader.use();
        greenShader.setVec2("u_resolution", WIDTH, HEIGHT);
        glBindVertexArray(VA01);
        glDrawElements(GL_TRIANGLES, 3, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(3 * sizeof(unsigned int)));

        skyShader.use();
        skyShader.setVec2("u_resolution", WIDTH, HEIGHT);

        glBindVertexArray(VA02);
        glDrawElements(GL_TRIANGLES, 3, GL_UNSIGNED_INT, (void *)0);
    }
}

```

Рисунок 7 – Використання Shader класу

Структура файлів, або ж фільтрів, програми показана на рисунку 8.

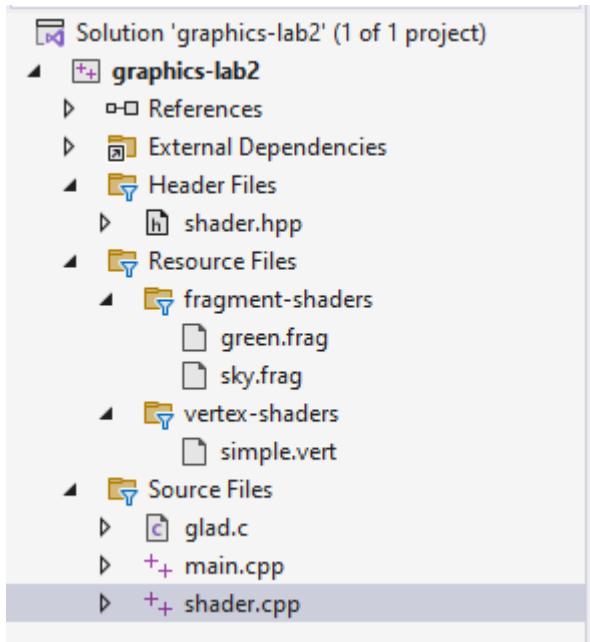


Рисунок 8 – Структура фільтрів проєкту

В результаті виконання роботи на екрані було показано два трикутники, які разом створюють паралелограм. Це показано на рисунку 9.

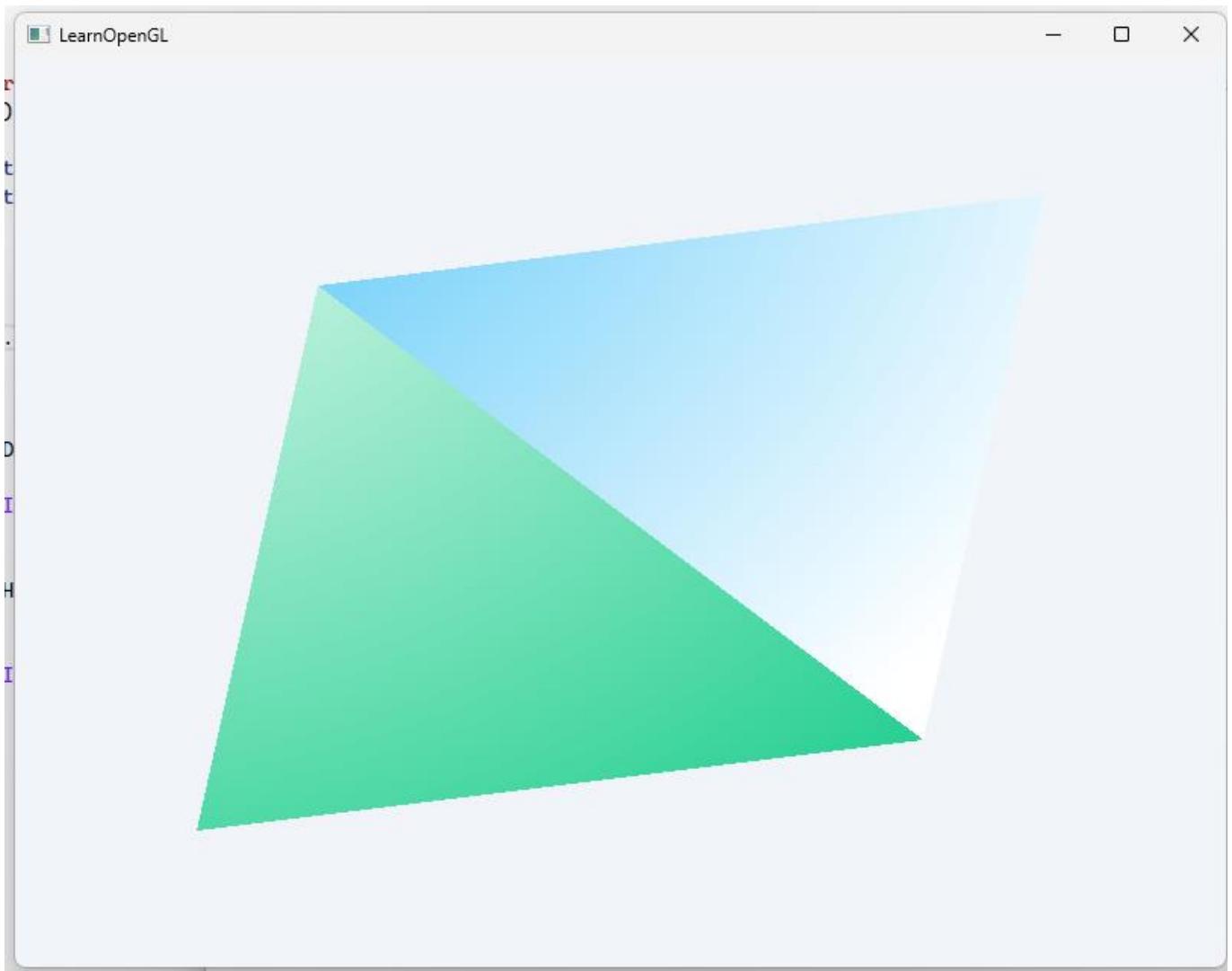


Рисунок 9 – Результат роботи

#### 4 Тест розробленої програми

```
+ shader.hpp

#ifndef SHADER_H
#define SHADER_H

#include <string>
#include <glad/glad.h>

/*
 * OpenGL Shader program wrapper for work with GLSL shader files
 */
class Shader {
public:
    /*
     * Create Shader program from two shader-files
     *
```

```

* @param vertexPath - Path to vertex shader file in file system
* @param fragmentPath - Path to vertex shader file in file system
*/
Shader(const char* vertexPath, const char* fragmentPath);

/*!!
 * Use current shader
 */
void use();

/*!!
 * Utils for set `uniform` variables in shaders
 */
void setVec2(const std::string& name, float x, float y) const;
private:
    GLuint ID;

    enum Error {
        PROGRAM,
        VERTEX,
        FRAGMENT
    };

    const std::string readShaderFile(std::string path);
    void checkOnErrors(GLuint shader, Shader::Error type);
};

#endif

+ shader.cpp

#include "shader.hpp"
#include <glad/glad.h>

#include <string>
#include <fstream>
#include <sstream>
#include <iostream>

Shader::Shader(const char* vertexPath, const char* fragmentPath) {
    const std::string vertexCodeRaw = Shader::readShaderFile(vertexPath);
    const std::string fragmentCodeRaw = Shader::readShaderFile(fragmentPath);

    const char* vertexCode = vertexCodeRaw.c_str();
    const char* fragmentCode = fragmentCodeRaw.c_str();

    GLuint vertexShader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER);
    glShaderSource(vertexShader, 1, &vertexCode, NULL);
    glCompileShader(vertexShader);
    Shader::checkOnErrors(vertexShader, Shader::Error::VERTEX);

    GLuint fragmentShader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);
    glShaderSource(fragmentShader, 1, &fragmentCode, NULL);
    glCompileShader(fragmentShader);
    Shader::checkOnErrors(fragmentShader, Shader::Error::FRAGMENT);

    Shader::ID = glCreateProgram();

    glAttachShader(Shader::ID, vertexShader);
    glAttachShader(Shader::ID, fragmentShader);
    glLinkProgram(Shader::ID);
    Shader::checkOnErrors(Shader::ID, Shader::Error::PROGRAM);

    glDeleteShader(vertexShader);
    glDeleteShader(fragmentShader);
}

```

```

void Shader::use() {
    glUseProgram(Shader::ID);
}

// TODO: Add GLM version?

void Shader::setVec2(const std::string& name, float x, float y) const {
    glUniform2f(glGetUniformLocation(Shader::ID, name.c_str()), x, y);
}

const std::string Shader::readShaderFile(std::string path) {
    std::string code;
    std::ifstream file;

    file.exceptions(std::ifstream::failbit | std::ifstream::badbit);

    try {
        file.open(path);

        std::stringstream stream;
        stream << file.rdbuf();

        file.close();

        code = stream.str();
    } catch (std::ifstream::failure e) {
        std::cout << "ERROR::SHADER::FILE_NOT_SUCCESFULLY_READ" << std::endl;
    }

    return code;
}

void Shader::checkOnErrors(GLuint shader, Shader::Error type) {
    GLint success;
    GLchar infoLog[1024];

    if (type == Shader::Error::PROGRAM) {
        glGetProgramiv(shader, GL_LINK_STATUS, &success);

        if (!success) {
            glGetProgramInfoLog(shader, 512, NULL, infoLog);

            std::cout << "ERROR::SHADER::LINK_FAILED\n" <<
                infoLog << std::endl;
        }
    }

    return;
}

glGetShaderiv(shader, GL_COMPILE_STATUS, &success);

if (!success) {
    glGetShaderInfoLog(shader, 512, NULL, infoLog);

    std::cout << "ERROR::SHADER::SHADER_COMPILATION_ERROR in type:" << type <<
"\n" <<
    infoLog << std::endl;
}
}

+ main.cpp

#include <glad/glad.h>

```

```

#include <glfw glfw3.h>
#include <iostream>
#include "shader.hpp"

const unsigned int WIDTH = 800;
const unsigned int HEIGHT = 600;

void framebuffer_size_callback(GLFWwindow* window, int width, int height);
void processInput(GLFWwindow* window);

GLuint initVAO(float vertices[], size_t verticesSize, unsigned int indices[], size_t indicesSize);

int main() {
    if (!glfwInit()) {
        std::cout << "GLFW failed to start" << std::endl;
        glfwTerminate();
        return -1;
    }

    glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MAJOR, 3);
    glfwWindowHint(GLFW_CONTEXT_VERSION_MINOR, 3);
    glfwWindowHint(GLFW_OPENGL_PROFILE, GLFW_OPENGL_CORE_PROFILE);

    GLFWwindow* window = glfwCreateWindow(WIDTH, HEIGHT, "LearnOpenGL", NULL, NULL);

    if (window == NULL) {
        std::cout << "Failed to create GLFW window" << std::endl;
        glfwTerminate();
        return -1;
    }

    glfwMakeContextCurrent(window);

    if (!gladLoadGLLoader((GLADloadproc)glfwGetProcAddress)) {
        std::cout << "Failed to initialize GLAD" << std::endl;
        return -1;
    }

    glfwSetFramebufferSizeCallback(window, framebuffer_size_callback);

    float vertices[] = {
        0.7f, 0.7f, 0.0f, // top right
        0.5f, -0.5f, 0.0f, // bottom right
        -0.7f, -0.7f, 0.0f, // bottom left
        -0.5f, 0.5f, 0.0f, // top left
    };

    unsigned int indices[] = {
        0, 1, 3,
        0, 2, 3
    };

    Shader greenShader("simple.vert", "green.frag");
    Shader skyShader("simple.vert", "sky.frag");

    GLuint VA01 = initVAO(vertices, sizeof(vertices), indices, sizeof(indices));
    GLuint VA02 = initVAO(vertices, sizeof(vertices), indices, sizeof(indices));

    while (!glfwWindowShouldClose(window)) {
        processInput(window);

        glClearColor(0.945f, 0.961f, 0.976f, 1.0f);
        glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);

        greenShader.use();
    }
}

```

```

        greenShader.setVec2("u_resolution", WIDTH, HEIGHT);
        glBindVertexArray(VAO1);
        glDrawElements(GL_TRIANGLES, 3, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(3 * sizeof(unsigned
int)));
    }

    skyShader.use();
    skyShader.setVec2("u_resolution", WIDTH, HEIGHT);

    glBindVertexArray(VAO2);
    glDrawElements(GL_TRIANGLES, 3, GL_UNSIGNED_INT, (void *)0);

    glfwSwapBuffers(window);
    glfwPollEvents();
}

glfwTerminate();
return 0;
}

/*!
 * Create Vertex Array Object from all vertices and indices
 */
GLuint initVAO(float vertices[], size_t verticesSize, unsigned int indices[], size_t
indicesSize) {
    GLuint VAO;
    glGenVertexArrays(1, &VAO);
    glBindVertexArray(VAO);

    GLuint VBO;
    glGenBuffers(1, &VBO);
    glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VBO);
    glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, verticesSize, vertices, GL_STATIC_DRAW);

    GLuint EBO;
    glGenBuffers(1, &EBO);
    glBindBuffer(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, EBO);
    glBufferData(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, indicesSize, indices, GL_STATIC_DRAW);

    glVertexAttribPointer(0, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 3 * sizeof(float), (void*)0);
    glEnableVertexAttribArray(0);

    return VAO;
}

/*!
 * Process interaction with user
 */
void processInput(GLFWwindow* window) {
    if (glfwGetKey(window, GLFW_KEY_ESCAPE) == GLFW_PRESS) {
        glfwSetWindowShouldClose(window, true);
    }
}

/*!
 * Auto update OpenGL viewport on resize
 */
void framebuffer_size_callback(GLFWwindow* window, int width, int height) {
    glViewport(0, 0, width, height);
}

+ green.frag

#version 330 core
uniform vec2 u_resolution;

```

```

void main() {
    vec2 st = gl_FragCoord.xy/u_resolution.xy;

    vec3 color1 = vec3(1.0, 1.0, 1.0);
    vec3 color2 = vec3(0.204f, 0.827f, 0.6f);

    float mixValue = distance(st,vec2(0,1));
    vec3 color = mix(color1,color2, mixValue);

    gl_FragColor = vec4(color, mixValue);
}

+ sky.frag

#version 330 core
uniform vec2 u_resolution;

void main() {
    vec2 st = gl_FragCoord.xy/u_resolution.xy;

    vec3 color1 = vec3(0.22, 0.741, 0.973);
    vec3 color2 = vec3(1.0, 1.0, 1.0);

    float mixValue = distance(st,vec2(0,1));
    vec3 color = mix(color1,color2,mixValue);

    gl_FragColor = vec4(color, mixValue);
}

+ simple.vert

#version 330 core
layout (location = 0) in vec3 aPos;

void main() {
    gl_Position = vec4(aPos.x, aPos.y, aPos.z, 1.0);
}

```

## 5 Висновки

Було отримано практичні навички створення шейдерів та роботи з бібліотекою OpenGL, використовуючи мову програмування C++