**Комунальний заклад освіти**

**«Дніпровський науковий ліцей інформаційних технологій»**

**ВИПУСКНА РОБОТА**

**Тема:** Аналіз впливу типів контактування частинок провідника та  відношення їх розмірів до розмірів виробу з композиційного матеріалу на значення порогу перколяції.

**Виконав:**

Ліцеїст Класу 11-Б-2 Напольських Денис Сергійович

**Керівник:**

Ентін Й. А.

**ЗМІСТ**

[1. ВСТУП 3](#_Toc185535611)

[2. ОСНОВНА ЧАСТИНА 4](#_Toc185535612)

[2.1 Теоретична частина 4](#_Toc185535613)

[2.2 Теоретична частина за інформатики 6](#_Toc185535614)

[2.3 Програмно-апаратні вимоги 8](#_Toc185535615)

[2.4 Комплектація програми 9](#_Toc185535616)

[2.5 Використані програмні засоби 10](#_Toc185535617)

[3. ВИСНОВКИ 11](#_Toc185535618)

[4. ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ 12](#_Toc185535619)

# ВСТУП

Тема:  
Аналіз впливу типів контактування частинок провідника та відношення їх розмірів до розмірів виробу з композиційного матеріалу на значення порогу перколяції.

Мета:  
Створити проект з програмною реалізацією алгоритму, який розв'язує дану задачу.

Актуальність теми:

Актуальність дослідження впливу типів контактування та відношення розмірів частинок провідника до розмірів виробу на поріг перколяції зумовлена потребою в матеріалах із заданими електропровідними властивостями. Композиційні матеріали з провідними наповнювачами (металеві частинки, вуглецеві нанотрубки) є перспективними, а розуміння механізмів формування їх електропровідності – критичним.

Перколяція, процес утворення неперервного провідного шляху, визначається порогом перколяції – критичною концентрацією наповнювача, при якій різко зростає електропровідність. Значення порогу залежить від форми, розміру, розподілу частинок та типу їх контактування (точка, лінія, площина).

Відношення розмірів частинок до розмірів виробу, особливо в тонких плівках, впливає на формування перколяційної структури. Аналіз цих ефектів важливий для мініатюрних електронних пристроїв.

Результати досліджень застосовуються для створення:

* Електропровідних клеїв та покриттів.
* Електромагнітних екранів.
* Сенсорів та датчиків.
* Нагрівальних елементів.
* Композитів для 3D-друку.

Дослідження впливу типу контактування на поріг перколяції є малодослідженим, тому комплексний аналіз цього фактору разом з відношенням розмірів частинок до виробу є науково новим та відкриває можливості для створення функціональних матеріалів. Це сприятиме розвитку матеріалів з покращеними електропровідними властивостями та розширить їх застосування.  
  
У дослідженні також визначено концентрацію початку порогу перколяції, яка є початковою точкою режиму провідності. Знаючи поріг перколяції, можна змінювати співвідношення інгредієнтів композиту для забезпечення належної провідності. Це забезпечує економність конструкції провідного композиту з потенціалом використання перед виготовленням.

# ОСНОВНА ЧАСТИНА

## Теоретична частина

## Теоретична частина з інформатики

Програма розроблена на мові програмування C#, що дозволяє легко працювати з об'єктно-орієнтованим підходом та інтегрувати сторонні бібліотеки. У розробці використано дві ключові бібліотеки:

**OpenTK** – це кросплатформна бібліотека для роботи з OpenGL, що забезпечує низькорівневий доступ до графічного апаратного забезпечення. Вона дозволяє створювати ефективну графіку завдяки використанню API OpenGL, а також включає підтримку роботи з вікнами, клавіатурою та мишею.

**ImGui.NET** – це обгортка для бібліотеки ImGui (Immediate Mode GUI) на C#. Вона забезпечує швидке створення графічного інтерфейсу користувача (GUI), де кожен кадр виконується безпосередньо, що спрощує інтерактивність і дозволяє динамічно змінювати інтерфейс під час роботи програми.

Елементи управління, їх властивості та методи:

У програмі було реалізовано такі основні елементи управління:

Button:

Властивості: текст, розмір.

Дає можливість викликати функцію при натисненні

A screen shot of a computer code

Description automatically generated

InputInt:

Властивості: крок, поточне значення.

Дає можливість змінювати значення типу int введенням його з клавіатури або кнопками ⮝|⮟

InputDouble:

Властивості: крок, поточне значення.

Дає можливість змінювати значення типу double введенням його з клавіатури або кнопками ⮝|⮟

## Фрагменти коду

Алгоритм A\*

## Програмно-апаратні вимоги

Мінімальні:

* Операційна система: Windows 8
* Роздільна здатність монітору: 1600 х 900
* Процесор: intel i5 4200
* Графічний процесор: з підтримкою OpenGL 3
* Оперативна пам’ять: 1 GB

Рекомендовані:

* Оперативна система: Windows 10 і вище
* Роздільна здатність монітору: 1920 x 1080
* Процесор: intel (i3 i5 i7) 8th gen і краще
* Графічний процесор: NVIDIA GTX440 і кращі
* Оперативна пам’ять: 8 GB

## Комплектація програми

До складу програми входять:

* .exe файл;
* cimgui.dll
* glfw3.dll

## Використані програмні засоби

Visual studio 2022 для написання коду;

ShaderToy для тестування шейдерів;

# ВИСНОВКИ

32x32x32 поріг перколяції 10.69%

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

# ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

* [Determining electrical percolation threshold of randomly distributed conductor materials in polymer composites via pathfinding algorithms](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266353822001464)
* [ВІКІПЕДІЯ: Теорія протікання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F)
* [ВІКІПЕДІЯ: Пошук шляху](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%88%D1%83%D0%BA_%D1%88%D0%BB%D1%8F%D1%85%D1%83)