

**Автор:**

Власюк Роман Володимирович,  
студент 41ПЗ групи

**Науковий керівник:**

Кархут Володимир Ярославович,  
кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри комп'ютерної та  
програмної інженерії

## СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ КЛІМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

**Анотація.** Метою дослідження є розробка додатку для візуалізації кліматичних явищ, що дозволяє наочно продемонструвати процеси, які відбуваються в атмосфері. Додаток має на меті створити інструмент, придатний для освітніх цілей, зокрема для використання на уроках географії, що дозволить учням глибше зрозуміти механізми, які лежать в основі атмосферних процесів та формування клімату. На відміну від програм для прогнозування погоди, цей додаток орієнтований виключно на демонстрацію кліматичних явищ та їхню візуалізацію з використанням OpenGL. Об'єктом дослідження є програмне забезпечення у сфері дослідження та аналізу кліматичних явищ і процесів, що відбуваються в атмосфері. Предметом дослідження є розробка додатку для візуалізації кліматичних моделей.

**Ключові слова:** наукова візуалізація, візуалізація кліматичних явищ, тривимірне моделювання, інтерактивна візуалізація, навчальні інструменти.

**Вступ.** Візуалізація кліматичних даних відіграє важливу роль у розумінні складних атмосферних явищ. Існуючі наукові інструменти часто орієнтовані на експертів і малоприменні для освітніх цілей. Це створює потребу у простих інтерактивних додатках, які наочно демонструють кліматичні процеси та їхню динаміку. Дана робота спрямована на розробку додатку, що візуалізує атмосферні явища у двовимірному та тривимірному просторі.

**Постановка задачі.** Зі збільшенням обчислювальної потужності спеціалісти з моделювання клімату створюють все більші набори даних моделювання. Удосконалені методи спостереження з використанням супутників, сприяють зростанню даних, пов'язаних із кліматом [1]. Існують певні проблеми для створення інтуїтивно зрозумілих і значущих візуальних представлень кліматичних даних. По-перше, необхідні альтернативні, але інтуїтивно зрозумілі методи візуалізації для багатовимірного та інтерактивного аналізу великих залежних від часу 3D або довгих часових рядів даних. По-друге, візуалізація кліматичних даних стикається з різномірними групами користувачів, включаючи користувачів з різними навичками, кваліфікаційними рівнями, інтересами та з різних дисциплін, які стикаються з численними завданнями. По-третє, застосувати візуалізацію до наукових даних непросто. Це пов'язано з різноманітністю доступних інструментів, технік і параметрів. Використання складних технологій для створення графічного інтерфейсу користувача, дизайн візуалізації, і т.д. необхідні для подолання розриву між такими системами та користувачами [1]. Таким чином, існує потреба у створенні інтерактивного додатка, який би був простим у використанні, орієнтованим на навчальні цілі, і дозволяв би демонструвати динаміку кліматичних явищ у реальному часі.

**Мета роботи.** Розробка системи для відтворення кліматичних явищ у тривимірному просторі, що дає можливість візуалізувати атмосферні процеси у режимі реального часу, враховуючи ключові фактори, наприклад різниця тиску, температури та вплив сили Коріоліса.

**Основна частина.** Візуалізація кліматичних даних є ключовим інструментом для представлення результатів у науковому контексті. Вона дозволяє ефективно демонструвати кліматичні явища, оцінювати моделі та перевіряти гіпотези. Наприклад, моделювання атмосферних процесів, таких як утворення циклонів, забезпечує наочне представлення впливу різниці тисків і температур на формування погодних умов [1].

Візуальна аналітика (Visual Analytics) — це новий підхід який поєднує здібності людського сприйняття з автоматично обчислювальними методами, що дозволяє по-новому зрозуміти величезну кількість наборів даних [1]. Наукова візуалізація зосереджена на візуальному та реалістичному відображенні просторових даних, пов'язаних з науковими процесами, наприклад, тривимірних (3D) явищ (архітектурних, метеорологічних, медичних, біологічних тощо) [2].

Найчастіше кліматичні дані візуалізуються у часовій прив'язці, щоб визначити часові тенденції безпосередньо за допомогою часових діаграм. Для представлення агрегованих значень використовуються інтерпольовані стовпчасті діаграми для багатовимірного аналізу трендів. Альтернативним підходом є використання дво-колірних мап (2-tone colour mapping) [1]. Дуже важливими практичними аспектами для візуального аналізу результатів кліматичної моделі є формати та розміри файлів даних.

Важливим аспектом є формат і розмір файлів даних. Формат NetCDF став стандартом у кліматичному співтоваристві, адже він дозволяє ефективно зберігати та обробляти великі обсяги інформації з геоприв'язкою, та підтримується більшістю систем спеціального призначення [1].

Багато кліматичних явищ відбуваються динамічно та в трьохвимірному просторі, тому їх складно пояснити за допомогою тільки тексту. Можна використовувати різні діаграми та схеми, що буде більш наочно. Але проблема в тому що ці малюнки статичні, та за допомогою них складно відобразити динамічні процеси. Наприклад, циклони мають чітко виражену динаміку руху, яку важко передати за допомогою схем чи графіків. Інтерактивні візуалізації, такі як моделі руху повітряних мас у режимі реального часу, дозволяють значно полегшити розуміння складних процесів. Також їм не вистачає інтерактивності. Такий інструмент може значно підвищити ефективність засвоєння матеріалу та сприяти формуванню глибшого розуміння глобальних кліматичних процесів.

**Висновки.** Сучасні застосунки у цій галузі орієнтовані на наукові дослідження, залишаючи поза увагою потреби освітнього процесу. Вони переважно використовуються у науковій сфері для прогнозування, аналізу та моделювання погоди і клімату, забезпечуючи високу точність і врахування великої кількості факторів. Однак, ці інструменти зазвичай складні у використанні та вимагають спеціалізованих знань, що робить їх важкими для освоєння користувачами початкового рівня. Відсутні прості й доступні інтерактивні інструменти, які дозволяють учням не лише спостерігати, але й експериментувати з параметрами кліматичних явищ, досліджувати їхню динаміку та вплив різних факторів. Таким чином, існує потреба у створенні інтерактивного додатка, який би був простим у використанні, орієнтованим на навчальні цілі, і дозволяв би демонструвати динаміку кліматичних явищ у реальному часі.

#### Список використаних джерел:

1. Visualization of Climate and Climate Change Data: An Overview.- Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/241401725\\_Visualization\\_of\\_Climate\\_and\\_Climate\\_Change\\_Data\\_An\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/241401725_Visualization_of_Climate_and_Climate_Change_Data_An_Overview)
2. Visual Analytics: A Comprehensive Overview. Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/333884128\\_Visual\\_Analytics\\_A\\_Comprehensive\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/333884128_Visual_Analytics_A_Comprehensive_Overview)