

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Одеський національний технологічний університет**  
**Університет Інформатики і прикладних знань, м.Лодзь, Польща**  
**Національний технічний університет України «Київський**  
**політехнічний інститут»**  
**Навчально-науковий інститут комп'ютерних систем і технологій**  
**«Індустрія 4.0» ім. П.М. Платонова**

**XXIII Всеукраїнська науково-технічна конференція**  
**молодих вчених, аспірантів та студентів**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**  
**ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ»**

*Матеріали конференції*



Одеса

20-21 квітня 2023 р.

Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXIII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 20-21 квітня 2023 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. – 449 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, 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.

Матеріали подано українською та англійською мовами.

Редактор збірника Котлик С.В.

**ЗМІСТ**

Список організацій, представники яких взяли участь у роботі конференції	16
Передмова	18
<b>Розділ 1: Математичне і комп'ютерне моделювання складних процесів</b>	20
1. Development of a graphical-analytical model of a diesel-generator revolution period measurement process. <b>Drozdov P.V., Ushkarenko O.O.</b> (Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова)	20
2. Evaluating parameters in a Kademlia DHT simulation model. <b>Igor Mazurok, Alina Yezhkova, Alexander Tsarenko</b> (ОНУ ім. І.І. Мечникова)	22
3. Mathematical and computer modeling of air pollution. <b>Imanbazar A., Belginova S., Kuanova S.</b> (University "Turan", Kazakhstan)	24
4. Research of evaluation systems of learning outcomes in universities. <b>Kurmambayev A., Ismailova R.</b> (University "Turan", Kazakhstan)	26
5. Simulation modeling assembly production based on anylogic. <b>Larionov D., Ismailova R.</b> (University "Turan", Kazakhstan)	28
6. Use of the probability of collision criterion in the task of vessels divergence. <b>Mamenko P.</b> (Kherson State Maritime Academy)	30
7. Optimization problems in machine learning: gradient descent modifications. <b>Fediaieva Y., Stehun A.</b> (Odesa I. I. Mechnikov National University)	32
8. Use of peltier elements as a heat pump for condensation drying of fruit raw materials. <b>Yakubash I.V.</b> (Odesa National University of Technology)	34
9. Застосування методу Монте-Карло для моделювання складових транспортних процесів. <b>Синицина А.О., Сохацький А.В.</b> (Університет митної справи та фінансів)	36
10. Дослідження використання аналізу часових рядів у машинному навчанні. <b>Антонова А.Р., Слоб'як Д.Д.</b> (Одеський національний технологічний університет)	38
11. Розробка програмного комплексу для моделювання процесу диференціальних ігор. <b>Бардан А.О.</b> (Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича)	40
12. Моделювання охолодження профілю крила в потоці повітря методом скінченних елементів. <b>Вербіцький В.В., Захаренко В.С.</b> (Одеський національний університет імені І.І. Мечникова )	42
13. Model for assessing the risk of failure of components of complex technical systems. <b>Вичужанин О.</b> (Національний університет «Одеська політехніка»)	43
14. Оцінка параметрів кеплерового руху. <b>Волков Г.Ю., Турчин В.М.</b> (Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара)	46
15. Засоби визначення схожості об'єктів в задачах кластерного аналізу. <b>Горват І.В.</b> (Ужгородський національний університет)	48
16. Особливості реалізації алгоритма Форчуна для побудови діаграми Вороного на мові програмування Python. <b>Іванов А.О., Кривонос О.М.</b> (Житомирський державний університет імені Івана Франка)	50
17. Рациональний розподіл ресурсів в умовах нечітких вхідних даних. <b>Карпенко В.В., Іванчихін Ю.В., Сініцин Р.С., Рябоконт Р.Н.</b> (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)	52
18. Математичне та комп'ютерне моделювання процесу поширення тепла у неоднорідному стержні. <b>Каштан С.С., Ярошик Ю.А.</b> (Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський технічний фаховий коледж Національного університету водного господарства та природокористування»)	53
19. Особливості розробки віртуальної комп'ютерної моделі старовинного технічного обладнання та створення зменшеної копії його за допомогою 3D принтера. <b>Котлик С.В., Соколова О.П.</b> (Одеський національний технологічний університет)	55
20. Моделювання кластероутворення у твердому тілі за методом МОНТЕ-КАРЛО.	57

## **ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМА ФОРЧУНА ДЛЯ ПОБУДОВИ ДІАГРАМИ ВОРОНОГО НА МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON**

**ІВАНОВ А. О.**, (Art\_Iv3@ukr.net)

**КРИВОНОС О. М.** (krypton@zu.edu.ua)

Житомирський державний університет імені Івана Франка

*Розглянута поняття діаграми Вороного, а також основні методи її побудови. Це розбиття має широке застосування в географічних інформаційних системах, комп'ютерній графіці, матеріалознавстві тощо, тому необхідними є ефективні алгоритми для його побудови. Запропонована реалізація алгоритму Форчуна для 2-вимірного випадку складністю  $O(n^2)$  мовою програмування Python.*

В багатьох галузях науки виникає необхідність у аналізі та обробці геометрії тих чи інших об'єктів. Одним із потужних інструментів для цього є діаграма Вороного, якій знайшлося широке використання, адже дає можливість, наприклад, ефективно розраховувати короткі відстані, інтерполяції, густини розподілів. Діаграма Вороного являє собою розбиття площини на полігони (в двовимірному випадку) таким чином, що в кожній області є тільки одна точка, яка є найближчою для всіх точок в своїй області. Сама діаграма та її властивості можуть бути використані для визначення властивостей системи, яка розглядається, та вивчення взаємодії її елементів. Також це дає можливість швидко розрахувати триангуляцію Делоне, яка також має широке використання в розв'язуванні геометричних задач. Існує ряд методів для побудови розбиття Вороного. Їхніми вхідними даними може бути множина точок на площині, а в результаті вони дають представлення полігонів Вороного. У зв'язку з можливими великими об'ємами даних, або їх динамічною зміною, постає проблема розробки та реалізації ефективного та найбільш економного з боку використання ресурсів алгоритму. Це дасть можливість більш детального проектування та аналізу за рахунок збільшення кількості точок для оброблення.

### **Алгоритм Форчуна**

Одними з найбільш визначними алгоритмами розбиття площини на полігони Вороного є рекурсивний метод (за принципом «розділяй і володарюй»), а також алгоритм Форчуна. Ці методи мають свої переваги і недоліки: перший простий в розумінні, але вимагає врахувати низку нюансів при реалізації; а другий – дає можливість елегантно реалізації, проте потребує попереднього глибокого аналізу та використання більш складних структур даних. Складність обох алгоритмів в найкращій реалізації складає  $O(n \log n)$ . В роботі представлена програмна реалізація алгоритму Форчуна, яка має складність  $O(n^2)$  в найгіршому випадку, а також графічний інтерфейс для її використання. Для цього проведено детальний аналіз алгоритму: структур даних і подій, які в ньому реалізуються.

Алгоритм Форчуна базується на понятті «замітаючої прямої» – прямої, яка рухається з одної частини набору точок до іншої, і в залежності від того, які події перетинає ця пряма, виконуються відповідні дії. Таким чином, ми будемо діаграму Вороного, поступово додаючи до неї нові точки, умовно розділяючи множину точок на три частини: точки, для яких вже побудовані полігони Вороного, точки, які все ще обробляються, та точки, до яких ще не дійшла замітаюча пряма. Також існує 2 типи подій, які визначають зміни в структурах даних, якими ми оперуємо: подія точки (додає до діаграми нову точку), та подія круга (додає новий вузол діаграми). Сам алгоритм Форчуна винесений в окремий файл, який можна імпортувати. В ньому міститься безпосередньо клас самої діаграми Вороного з допоміжними класами.

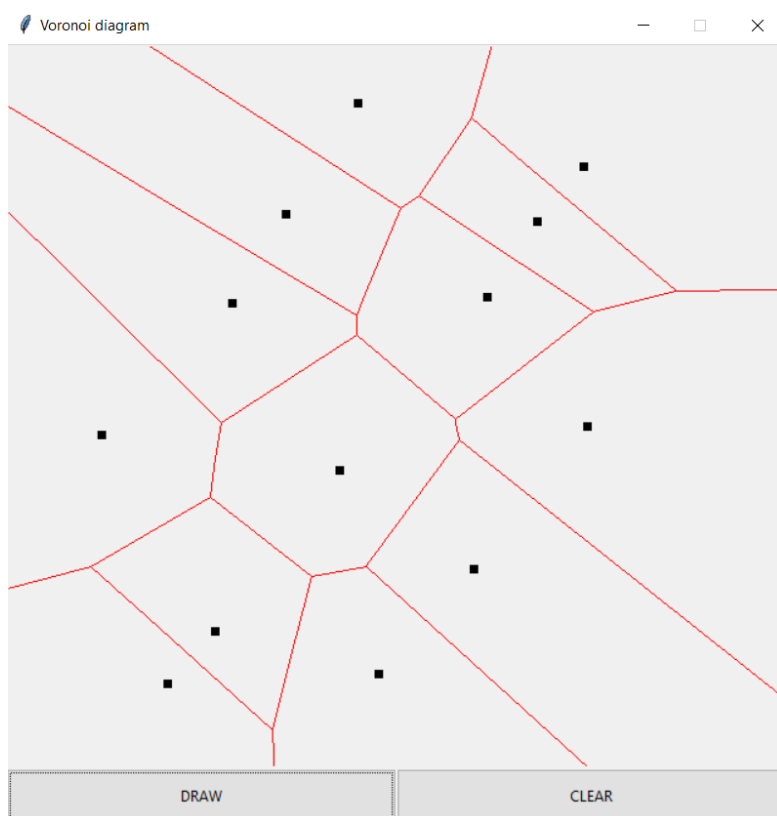


Рисунок 1. Скріншот роботи алгоритму Форчуна для 2-вимірного випадку реалізованого засобами мови програмування Python

**Висновки.** В результаті виконання роботи було реалізовано алгоритм Форчуна на мові програмування Python. Також були проаналізовані закономірності, які спостерігаються під час проходу замітаючої прямої. Окремо був реалізований графічний інтерфейс (див. рис. 1), який дає можливість тестувати програму. Алгоритм Форчуна є доволі складним, проте крайнє оптимальним з точки зору швидкості і використання пам'яті.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. M. de Berg, M. van Kreveld, M. Overmars and O. Schwarzkopf, Computational Geometry: algorithms and applications, 2nd rev. ed., Berlin, Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000, pp. 147-162
2. W. Pokojski and P. Pokojska, "Voronoi diagrams – inventor, method, applications", *Polish Cartographical Review*, Val. 50, no. 3, pp. 141-150, Oct. 2018, doi:10.2478/pcr-2018-0009
3. S. K. Dey, "Voronoi diagrams in the max-norm: Algorithms, implementation, and applications", PhD thesis, Università della Svizzera Italiana, Lugano, Switzerland, 2015
4. L. Kucera, "Visualization of Abstract Algorithmic Ideas", Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/2cbb/9df169b20ee81f2af676a32702190fcb2283.pdf>
5. O. O. Svitlychnyi and S. V. Plotnytskyi, "Osnovy heoinformatyky: navchalnyi posibnyk [Fundamentals of geoinformatics: a study guide]", Sumy, Ukraine: ВТД "Університетська книга", 2006