

## ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВОДЯНОГО СТРУМЕНЯ У ФОНТАНІ

Ханжи М.В., студ. гр. А-173

Науковий керівник – Калінін О.О., к.т.н., доцент (кафедра Нарисної геометрії та інженерної графіки, Одеська державна академія будівництва та архітектури)

**Анотація.** Робота присвячена розрахунку траєкторії руху падаючого струменя фонтану. Задля досягання цієї мети прив'язано фото фонтану до координатних осей. За допомогою позначених точок та калькулятора отримано рівняння параболи правої гілки діючого струменя фонтану.

Дуже багато цікавих геометричних задач нам пропонують природні явища. Розв'язання подібних задач дає нам краще розуміти, як діють закони фізики у навколишньому середовищі. Однією з таких задач є траєкторія руху кинутого тіла. Ця проблема є настільки важливою, що нею займалися такі титани, як Ньютон, да Вінчі та Архімед. Не дивлячись на великий вклад Ньютона, більш близькі до нашої теми саме два останні. Ісаак у своїй роботі «Математичні засади натуральної філософії» (*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*) [1] сформулював три закони руху і запропонував математичну модель, що описує рух кинутих тіл. Леонардо проводив спостереження та експерименти, щоб зрозуміти закони руху рідин, включаючи струмені води. Його зошити містять безліч нотаток, малюнків та ідей, що стосуються течій рідини. Хоча Архімед не жив у епоху з фонтанами, як ми їх знаємо сьогодні, його роботи в галузі гідродинаміки та механіки води містять у собі ключові принципи, які б застосовувалися до вивчення руху струменя води. З сучасних вчених, які займалися цією проблемою, можна виділити І.М. Репалова [2], О.М. Леженкіна [3], С. Корольова, Л. Максимова, О. Распутного [4]. Ці автори займалися саме рухом матеріальної точки по ідеальним кривим, а ми торкнемося більш детального випадку.



Рис. 1. «Фонтан радості», Калькутта

Зазвичай, вважається, що кинуте тіло під кутом угору (не рівним  $90^\circ$ ) рухається по параболі. Але у цій роботі ми доведемо, що рух може йти по параболі з двома різними гілками. Зробимо ми це на прикладі траєкторії струменя фонтану. Фонтани – це невід'ємна частина забудови міст та будівель. Зазвичай їх встановлюють посеред парків, біля пляжу, на території навчальних закладів та просто на гарному оглядовому місці. Для вивчення ми обрали «Фонтан радості» з Калькутти (Індія) (рис. 1). У цій роботі розглянемо траєкторію одного струменя.

**АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ:**

1. Вимірюємо струмінь з фотографії і знаходимо координати ( $x$  та  $y$ ) заданих точок (ліва гілка з індексом 1, права – 2).

2. Вставляємо точки дійсного струменя у спеціальний калькулятор, який видає нам рівняння параболи [5].

3. Добудуємо симетрично відносно лівої гілки струменя – праву (щоб ми отримали рівну параболу) і позначимо на ній точки з індексом 3.

4. Добудуємо аналогічно ліву гілку до правої гілки струменя. Позначаємо на ній точки з індексом 4.

МАСШТАБУВАННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ ТОЧОК. У масштабі вимірюємо задані точки, де С – найвища точка струменя, висота якої 25м.

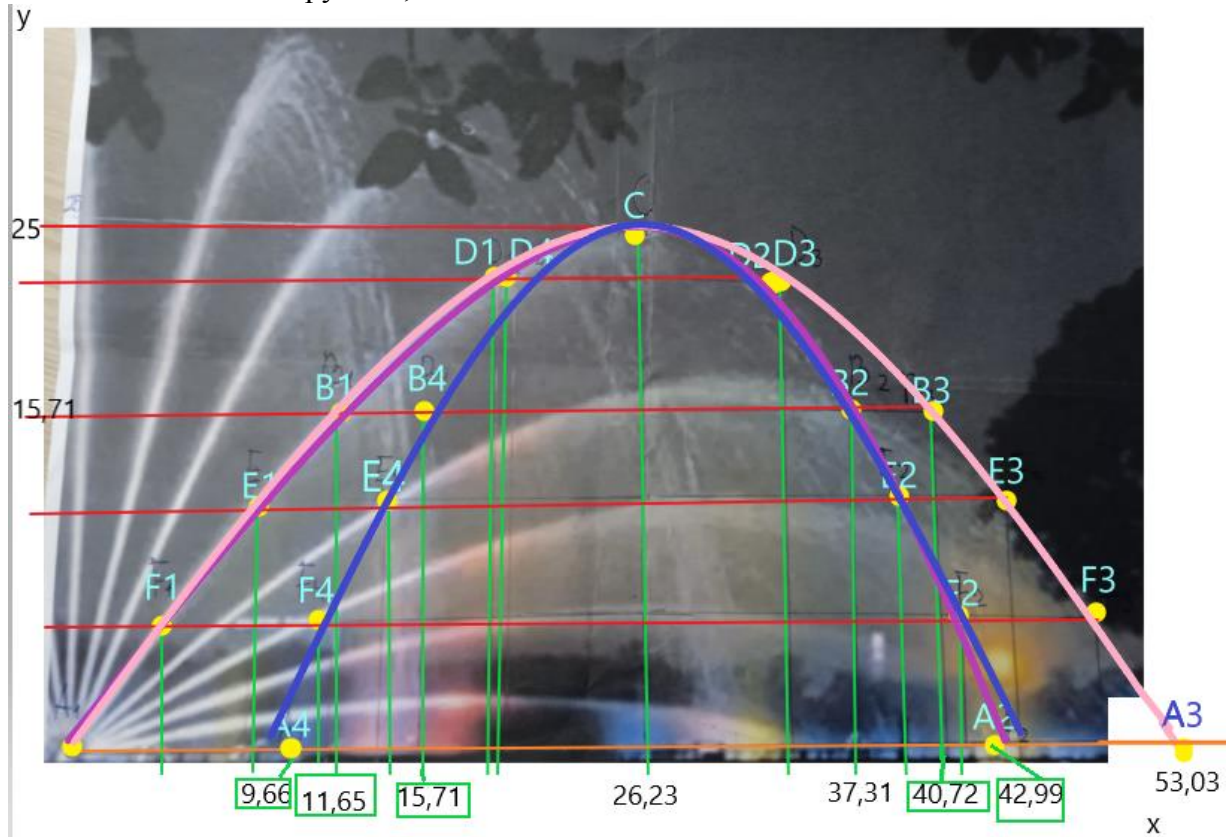


Рис. 2. Фонтан з позначеними точками та побудованими параболами

Після того як ми позначили точки та отримали рівняння параболу, ми бачимо, що рівняння, яке отримано через точки з лівої гілки струменя (рис. 3) відрізняється від рівняння з правої (рис. 4). Те, що струмінь не симетричний видно й не озброєним оком. Після цього ми позначили дійсний струмінь пурпурним кольором. Далі ми побудували симетричну параболу відносно лівої гілки дійсного струменя, яку ми позначили рожевим кольором. І в кінці ми побудували симетричну параболу відносно правої дійсного струменя, яку позначили синім кольором.

ОТРИМАНІ РІВНЯННЯ.

Дійсний струмінь

A = ( <input type="text" value="0"/> , <input type="text" value="0"/> )
B = ( <input type="text" value="11.65"/> , <input type="text" value="15.71"/> )
C = ( <input type="text" value="26.23"/> , <input type="text" value="25"/> )
Decimal Places = <input type="text" value="4"/>
<input type="button" value="enter"/>
$y = -\frac{12082330}{445534911}x^2 + \frac{7415620159}{4455349110}x$
$y = -0.02712x^2 + 1.664x$

Рис. 3. Рівняння з точок лівої гілки

A = ( <input type="text" value="42.99"/> , <input type="text" value="0"/> )
B = ( <input type="text" value="37.31"/> , <input type="text" value="15.71"/> )
C = ( <input type="text" value="26.23"/> , <input type="text" value="25"/> )
Decimal Places = <input type="text" value="4"/>
<input type="button" value="enter"/>
$y = -\frac{7581225}{65923784}x^2 + \frac{852874789}{131847568}x - \frac{86938954905949600}{1326277251244707}$
$y = -0.1150x^2 + 6.469x - 65.55$

Рис. 4. Рівняння з точок правої гілки

Результат: У роботі ми отримали наступні рівняння для лівої гілки (1), а для правої (2):

$$y = -0,02712x^2 + 1,664x \quad (1)$$

$$y = -0,1150x^2 + 6,469x - 65,55 \quad (2)$$

При загальному горизонтальному розмірі теоретичного струменя, що дорівнює 53,03 м, різниця від його точки А2 до теоретичної точки А3 складає 10,04 м.

**Висновок.** В результаті проведеного дослідження, ми довели, що струмінь у фонтані рухається не по симетричній параболі, а по двом різним гілкам. Це пов'язано з впливом опору повітря та з тим, що швидкість змінюється через дію сили тяжіння на матеріальну точку, що зрештою призводить до відхилення траєкторії від ідеальної параболі. Отримані результати даних розрахунків можуть використовуватись при проектуванні сучасних фонтанів і дозволять більш точно визначати зону розпилювання падаючого водяного струменя.

### Література:

1. Ньютон І. Математичні принципи натуральної філософії / Ісаак Ньютон; під ред. Л. С. Полака; пер. с лат. і комент. А.Н. Крилова, передм. Л.С. Полака. М.: Наука, 1989. 689 с.
2. Репалов І. М. Механіка матеріальної точки/ І. М. Репалов. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 19с.
3. Леженкін О. М. Теоретична механіка. динаміка матеріальної точки/ О. М. Леженкін – Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2021 – 160 с.
4. Корольов С., Максимова Л., Распутний О. Еволюта в задачах руху точки по параболі, гіперболі і синусоїді / С. Корольов, Л. Максимова, О. Распутний // Наукові записки, 2021. 9 с.
5. Three Points Parabola Calculator [Електронний ресурс]// Сайт 'FREE MATHEMATICS TUTORIALS' Режим доступу: [https://www.analyze-math.com/parabola/three\\_points\\_para\\_calc.html](https://www.analyze-math.com/parabola/three_points_para_calc.html) (дата звернення: 09.02.2024).

УДК 72.02

## ІСТОРИЧНІ БУДІВЛІ ОДЕСИ, ЯКІ ЗНАХОДЯТЬСЯ У НЕЗАДОВІЛЬНОМУ СТАНІ

*Ханжи М.В., студ. гр. А-173*

*Наукові керівники – Токарь В.О., приват-доцент, асистент (кафедра Дизайну архітектурного середовища),*

*Топал С.С., к.т.н., доцент (кафедра Міського будівництва і господарства)  
Одеська державна академія будівництва та архітектури*

**Анотація.** Робота присвячена порівняльному аналізу рівнів пошкодження історичних будівель Одеси. Визначено особливості їх створення, причини наявності фізичного та морального зносу. Проведено розбір перспектив їхньої реставрації та подальшої експлуатації.

Для кожного міста дуже важливі його історичні традиції. Неабияке місце у спадщині минулого займає архітектура, яка, на жаль, періодично за різними причинами зазнає пошкоджень. Появу дефектів та руйнування будівель обумовлюють такі фактори, як природне старіння, недоліки утримання, землетруси, пожежі. Ситуація погіршується через несвоєчасність, а іноді й довготривалу відсутність належної експертної оцінки стану об'єктів. Актуальність цієї проблеми загострюється через пошкодження, викликані атаками цивільних будівель воєнним шляхом.