

УДК 338.48-5

**Віктор Гуць**д-р техн. наук, професор  
Київський національний університет  
культури і мистецтв, м. Київ**Ольга Коваль**канд. техн. наук, доцент  
Національний технологічний університет  
харчових технологій, м. Київ

## ЕКСТРЕМАЛЬНИЙ ТУРИЗМ І РИЗИКИ СТРИБКІВ З ВИСОТИ

Аналіз тенденцій розвитку туризму у світі засвідчив, що відбувається зміна туристичних інтересів. Раніше основна маса туристів віддавала перевагу пасивному відпочинку, розвагам на узбережжях річок, морів, а також покращувала своє здоров'я на курортах, санаторіях, будинках відпочинку, то сьогодні все більше туристів шукають пригод, екстриму, у тому числі з ризиками для здоров'я та життя.

Виконати аналіз руху матеріального об'єкта при падінні з висоти з подальшою плавною зупинкою, отримати оптимальні характеристики параметрів стрибків на мотузці, що дозволить зменшити ризики травмування стрибунів при їх виконанні.

Стрибки на мотузці або роуп-джампінг (rope jumping) відносять до одного з видів спортивних змагань та екстремального відпочинку, які напряму пов'язані з ризиками для життя.

Особливою популярністю в світі для стрибків з висоти користуються наступні місця [1, 2]: висячий міст Royal Gorge через Великий Каньйон на річці Колорадо в США з висоти 321 метр; башта Макао в Китаї, будівля висотою 238 метрів; міст через водоспад Вікторія на річці Замбезі в Замбії, Південна Африка висотою 152 метри; міст Навахо через Мармуровий каньйон (Marble Canyon) на річці Колорадо, штат Арізона в США, висотою 142 метри тощо.

В Україні для стрибків з висоти можна обирати: заводську трубу висотою 126 метрів у місті Запоріжжі; міст Біжуча Лань у Кам'янці-Подільському, висота 55 метрів; київську вишку в Гідропарку висотою 43 метра; підвісний міст в Житомирі висотою 43 метри; арковий міст на острові Хортиця в Запоріжжі висота якого складає 42 метри; Іванівський міст у м. Первомайськ Миколаївської області, 28 метрів, є і інші, менш відомі місця.

Аналітичні дослідження засвідчили, що складність та різноманіття стрибків потребують якісних інженерних розрахунків, направлених не тільки на зменшення ризиків травмування але і на отримання повного максимального емоційного задоволення від стрибка. Важливим є забезпечення спеціальних безпечних умов стрибка для виконавців людей з різними фізичними можливостями і психо-фізіологічною підготовкою.

Визначити ці умови можливо лише на основі фундаментальних теоретичних розробок поведінки матеріальної системи в умовах вільного падіння стрибуну та взаємодії його з в'язко-пружною гальмівною мотузкою. Таких фундаментальних теоретичних розробок на даний час не існує. Основною причиною цього є складність математичного моделювання реодинамічних процесів, коли вільне падіння стрибуну переходить в стадію гальмування руху динамічною мотузкою.

В першій стадії стрибка, коли стрибун масою  $m$  вільно падає з висоти, диференціальне рівняння руху його в загальному виді має вигляд:

$$m \left( \frac{d^2}{dt^2} s(t) \right) + P = mg, \quad (1)$$

де  $m$  – маса стрибуну;  $s(t)$  – відстань вільного падіння

його до початку розтягування мотузки;

$t$  – тривалість руху;

$P$  – опір руху;

$g$  – прискорення вільного падіння ( $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ).

В другій стадії стрибка, при контакті стрибуну з мотузкою, відбувається реодинамічне гальмування руху. Диференціальне рівняння в'язко-пружного деформування динамічної мотузки запишемо у вигляді рівняння (2), скориставшись методикою аналізу реологічних властивостей динамічних в'язко-пружних систем [3].

$$m \left( \frac{d^2}{dt^2} x(t) \right) + \mu \left( \frac{d}{dt} x(t) \right) + cx(t) = mg, \quad (2)$$

де  $\mu$  та  $c$  – в'язка і пружня реодинамічні характеристики динамічної мотузки.

Розв'язок рівняння виконали з використанням символічної комп'ютерної математики «Maple», використавши метод Лапласа (method=laplace) [4].

Комп'ютерний аналіз представлених математичних моделей дозволив отримати і візуально представити у вигляді 3d графіків оптимальні характеристики стрибка: траєкторію, відстань переміщення, швидкість руху, змінну в часі швидкість гальмування (прискорення), величину перевантаження, яку отримає стрибун залежно від умов падіння і динамічних характеристик гальмівної динамічної мотузки.

Вперше отримано результати математичного моделювання і оптимізації параметрів стрибків на мотузці, досліджено траєкторії руху спортсменів, туристів-екстремалів в умовах вільного падіння з висоти з активним опором повітря і характеристики вертикального коливання на мотузці при зупинці руху. Бажаючи продовжити наукові дослідження в даному напрямку, можуть звернутись до авторів.

*Ключові слова:* екстремальний туризм, математичне моделювання стрибків з висоти, оптимальні характеристики стрибків.

### Список використаних джерел

1. МТБ банк [Електронний ресурс]. – URL: [https://bankchart.com.ua/money/men/statti/kraschi\\_mistsya\\_dlya\\_bandzhi\\_dzhampingu](https://bankchart.com.ua/money/men/statti/kraschi_mistsya_dlya_bandzhi_dzhampingu) (дата звернення: 10.05.2022).
2. 10 САМЫХ ВЫСОКИХ ПРЫЖКОВ С ТАРЗАНКИ В МИРЕ [Електронний ресурс]. – URL: <https://1xmatch.com/10-samyh-vysokih-pryzhkov-s-tarzan-ki-v-mire/> (дата просмотра: 10.05.2022).
3. Гуць, В. С. Применение реологических уравнений в расчетах механических процессов пищевых производств / Гуць, В.С., Резников. С.И. // Известия вузов. Серия: Пищевая технология. – 1997. – № 2. – С. 60–61.
4. Эдвардс Ч. Г. Дифференциальные уравнения и краевые задачи: моделирование и вычисление с помощью «Mathematica, Maple и Matlab» / Эдвардс Ч. Г., Пенни Д. Э. – Москва : И. Д. Вильямс, 2008. – 1096 с.