

телом с известными механическими характеристиками. Система определяющих условий для подобной механической системы включает дифференциальные уравнения сохранения импульса, энергии и массы, а также граничные, начальные, контактные условия, реологические соотношения и уравнения состояния.

Для численного решения использовался смешанный подход ALE (Arbitrary Lagrangian-Eulerian) [1]. Механико – математическое моделирование позволило с высокой степенью точности получить те характеристики импульсного взаимодействия контактирующих тел, которые или невозможно, или затруднительно получить в эксперименте.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Donea J., A. Huerta, J.-P. Ponthot, A. Rodriguez-Ferran Arbitrary Lagrangian-Eulerian methods // Encyclopedia of Computational Mechanics. – John Wiley&Sons, 2004. – P.1–38.

### ROPEJUMPING: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ДЛЯ СОВЕРШЕНИЯ ПРЫЖКОВ И СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ С ВЫСОТНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Бокоч А.В.<sup>1</sup>, Борисов И.Д.<sup>2</sup>, Жеребцов Ю.А.<sup>1</sup>,  
Максимов Б.А.<sup>1</sup>, \*Пославский С.А.<sup>2</sup>,  
Руднев Ю.А.<sup>2</sup>, Хархан И.Л.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Общественная организация «Международная федерация роуп-джампинга», Украина

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет  
им. В.Н.Каразина, Украина

Роуп-джампинг (RopeJumping) – прыжки и полеты на веревке – технический вид спорта, приобретающий все большую популярность ([http://www.youtube.com/watch?v=S2eEC16\\_Ws4](http://www.youtube.com/watch?v=S2eEC16_Ws4)).

Некоторые типы веревочных систем для совершения прыжков и полетов с высотных объектов описаны в патенте [1]. Основными конструктивными элементами таких систем являются альпинистские веревки различных видов. Благодаря упругим и демпфирующим свойствам веревок торможение человека, совершающего прыжок, осуществляется достаточно плавно (с перегрузками, не превышающими допустимые нормы). В рекордных прыжках, выполненных к настоящему времени, фазы свободного падения и торможения в сумме достигали 360 м. (<http://www.youtube.com/watch?v=ZNXS9L-GWjM>).

Поскольку к безопасности прыжков предъявляются очень жесткие требования, важное значение приобретают расчеты предельных нагрузок, действующих на человека и на элементы веревочной системы. Кроме того, необходимо проведение предварительных расчетов возможных траекторий человека. Такие расчеты призваны установить безопасные режимы осуществления

прыжков, исключая столкновение человека с рельефом.

В данной работе предложены математические модели веревочных систем для совершения прыжков с высотных объектов. Альпинистские веревки в этих моделях представляются как вязкоупругие нити, подверженные переменным нагрузкам. Для исследования динамики веревочных систем на основе предложенных моделей разработаны численные конечно-разностные методы решения соответствующих начально-краевых задач для систем нелинейных дифференциальных уравнений.

Выполнены расчеты нагрузок и траекторий для конкретных веревочных систем в широком диапазоне значений определяющих параметров. Проведен подробный анализ влияния различных факторов (погодных условий, аэродинамического сопротивления, трения в элементах веревочной системы) на траекторию человека и максимальные эксплуатационные нагрузки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шкаліків О.А., Жеребцов Ю.О., Безух О.А., Хархан І.Л. Хіжняк С.В., Здоренко О.В. «Система для здійснення стрибків та вільного падіння з висотних об'єктів». Патент України на корисну модель № 69561 від 25.04.2012, Бюл. № 8.

### РАВНОВЕСНЫЕ ФОРМЫ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НАМАГНИЧИВАЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ

*Борисов И.Д., \*Поцелуев С.И., Руднев Ю.И.*

Харьковский национальный университет  
имени В.Н.Каразина

Рассматриваются равновесные формы свободной поверхности намагничивающейся жидкости, подверженной действию постоянного магнитного поля, сил поверхностного натяжения и внешнего (не зависящего от расположения жидкости в сосуде) потенциального поля массовых сил (гравитационных или инерционных). Подробно исследованы осесимметричные формы равновесия неэлектропроводной равномерно вращающейся жидкости в азимутальном магнитном поле. В этом случае напряженность магнитного поля имеет вид:  $H_r = H_z = 0, H_\vartheta = J / (2\pi r)$  ( $r, \vartheta, z$  – цилиндрические координаты,  $J$  – полный ток, охватываемый контуром  $r = \text{const}$ ). Пусть  $r = r(s), z = z(s)$  – уравнения равновесной линии (линии пересечения свободной поверхности с полуплоскостью  $\vartheta = \text{const}$ ), где  $s$  – длина дуги этой линии, отсчитываемая от некоторой произвольной точки на ней. Для жидкости, намагничивающейся по закону Ланжевена:  $M = M_s (\text{cth}(\gamma H)) - 1 / (\gamma H)$ , функции  $r(s), z(s)$  являются решениями системы дифференциальных уравнений: