

## КЁРЛИНГ - ЭТО УМЕЛОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРЕНИЕМ

Иванов А.П., Яковенко Г.Н.

Московский физико-технический институт, Россия, 141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9, кафедра теоретической механики. Тел.: (495)576-57-33, факс: (495)408-68-69. E-mail: yakovenkog@gmail.com

К древней игре, ныне олимпийскому виду кёрлингу, обращались многие исследователи процессов с трением (см. [1] и приведённую там библиографию). В кёрлинге двадцатикилограммовый камень скользит по горизонтальной ледяной поверхности. Целью движения является попадание камня в вычерченную на поверхности мишень. На маршрут движения влияют, во-первых, начальный толчок, во-вторых, вмешательство команды в состояние льда на пути движения камня: члены команды специальными щётками воздействуют на лёд. В докладе при математическом моделировании движения камня делаются упрощающие предположения: камень совершает поступательное движение; центр масс камня движется по прямой линии; равнодействующая сил трения направлена противоположно скорости центра и по величине пропорциональна равнодействующей нормальной реакции. Из-за вмешательства игроков на месте коэффициента пропорциональности – коэффициента трения могут оказаться достаточно произвольные, заранее непредсказуемые функции времени, то есть система является нестационарно робастной [2]. К коэффициенту трения можно также относиться как к управляющему параметру. С этой точки зрения математическая модель описывает регулярную управляемую систему [3]. Обе точки зрения – нестационарная робастность и процесс управления – обсуждаются в докладе. Обсуждаются также теоретико-групповые свойства модели: вычисляются группы сдвигов вдоль траекторий и группы симметрий [2, 3].

### Литература

1. Иванов А.П. Основы теории систем с трением. М.– Ижевск: НИЦ «Регулярные и хаотические движения», Ижевский институт компьютерных исследований, 2011.—304 с.
2. Яковенко Г.Н. Нестационарно робастные системы — обобщение класса управляемых систем // Автоматика и телемеханика. — 2011. — № 7. — С. 75–82.
3. Яковенко Г.Н. Теория управления регулярными системами. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 264 с.