

**Об удержании человеком равновесия при фронтальной ориентации качелей
seesaw**

Научный руководитель – Кручинин Павел Анатольевич

Алексеева Надежда Валерьевна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра прикладной механики и управления,
Москва, Россия
E-mail: mhp3508@mail.ru

Рассматривается модель удержания человеком равновесия при фронтальной ориентации качелей seesaw: сегмента цилиндра, цилиндрическая поверхность которого касается опорной плоскости. Ранее подобные задачи для сагиттальной (передне-задней) ориентации плоскости качания seesaw рассматривались в [1-2]. В настоящей работе движение человека во фронтально плоскости моделируется трехзвенной системой, звенья которой соединены шарнирами. Два звена соединены шарнирно с плоскостью seesaw и моделируют ноги человека, третье - шарнирно соединено с "ногами". "Туловище" остается перпендикулярным третьему звену. Управлением является ограниченный по величине суммарный момент в тазобедренных суставах. Выведены линеаризованные уравнения движения системы, движущейся плоскопараллельно. В качестве обобщенных координат взяты угол поворота seesaw и угол отклонения звеньев от вертикали.

Построен алгоритм стабилизации для двух случаев: система имеет один и два неустойчивых корня. Количество неустойчивых корней зависит от строения seesaw и масс-геометрических параметров человека. Методами, описанными в [3], построена область управляемости линеаризованной системы при наличии ограничений управляющего момента. В случае одного неустойчивого корня областью управляемости является полоса, ограниченная двумя гиперплоскостями. Для двух неустойчивых корней - цилиндрическая поверхность в многомерном пространстве. Размеры этой области сопоставляются с амплитудами колебаний человека, удерживающего равновесие на seesaw. Построено управление, максимизирующее область притяжения при наличии ограничений управляющего момента.

Источники и литература

- 1) Гугаев К.В., Кручинин П.А., Формальский А.М. Модель удержания человеком равновесия на подвижной опоре в виде пресс-папье // Прикладная математика и механика. 2016. Т. 80. № 4. С. 450–460.
- 2) Формальский А. М., Кручинин П. А., Войцицкая К. Л. Стабилизация двойного перевернутого маятника, установленного на качелях seesaw // Прикладная математика и механика. 2021. Т. 85, № 6. С. 683–698.
- 3) Формальский А.М. Управление движением неустойчивых объектов. М.: Физматлит, 2012. 232 с.