

## РАЗБОР МЕХАНИЗМОВ С ШЕСТЬЮ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ И ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПЛАТФОРМЫ ГЬЮ-СТЮАРТА

*Лопатин А.А.*

*Российский Государственный Университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), г.Москва*

**Ключевые слова:** пространственные механизмы, задачи проектирования, автоматизация производств, трипод, тренажеры, подготовка пилотов, производительность труда.

**Аннотация.** В статье на основе анализа научно-технической литературы рассмотрены механизмы на основе платформы Гью-Стюарта, как исторически создавалась данная платформа и применялась на первых порах, современные её воплощения и направления применения подобных пространственных механизмов. Показана важность разработки и внедрения в производство пространственных механизмов для подготовки пилотов и водителей.

## PARSING OF MECHANISMS WITH SIX DEGREES OF FREEDOM AND PRACTICAL APPLICATION ON THE EXAMPLE OF THE GEW-STEWART PLATFORM

*Lopatin A.A.*

*Russian State University named after A.N. Kosygina (Technology. Design. Art),  
Moscow*

**Keywords:** spatial mechanisms, design tasks, production automation, tripod, simulators, pilot training, labor productivity.

**Abstract.** The article, based on the analysis of scientific and technical literature, considers the mechanisms based on the Gew-Stewart platform, how the platform was historically created and applied at first, its modern implementation and directions of application of such spatial mechanisms. The importance of development and introduction of spatial mechanisms for training pilots and drivers into production is shown.

В современном мире очень важно правильно и качественно подготовить пилотов и будущих автомобилистов для чего были придуманы механизмы параллельной структуры, которые находят использование в технологических, испытательных, измерительных, обучающих системах. Весьма существенно то, что характеристики данных устройств разрешают имитировать всевозможные режимы движения летательных аппаратов или наземных автотранспортных средств, что необходимо при создании тренажеров, созданных для обучения пилотов и водителей автотранспортных средств. Одна из применяемых это платформа Гью-Стюарта.

Платформа Гью-Стюарта – разновидность параллельного манипулятора, в которой используется октаэдральная компоновка стоек. Платформа Гью-Стюарта имеет шесть степеней свободы (три поступательных и три вращательных, как абсолютно твёрдое тело).

Платформа Гью-Стюарта впервые упоминается в статье В.Е. Гью (англ. V.E. Gough) в 1956 году. Имя Стюарта ассоциируется с этим механизмом потому,

что первоначальная работа Гью (и фотография его платформы) была упомянута в примечаниях рецензента к статье Д. Стюарта (англ. D. Stewart) в 1965 году. Сам Стюарт в той статье предложил другой гибридный трёхногий механизм, имевший по два мотора на каждой ноге представленный ниже (рис. 1) [1].



Рис. 1. Гибридный трехногий механизм [1]

Механизм имеет шесть независимых ног на шарнирных соединениях, объемная модель которого представлена ниже (рис. 2). Длины ног возможно менять и, этим, возможно менять ориентацию платформы. Прямая кинематическая задача, иногда ради заданных длин ног решается система уравнений, характеризующая расположение и ориентацию платформы, располагает до 40 решений. Тем не менее, обратная кинематическая задача, иногда после установленному положению и ориентации платформы требуется обнаружить длины ног, располагает единственным и очень простое решение [2].

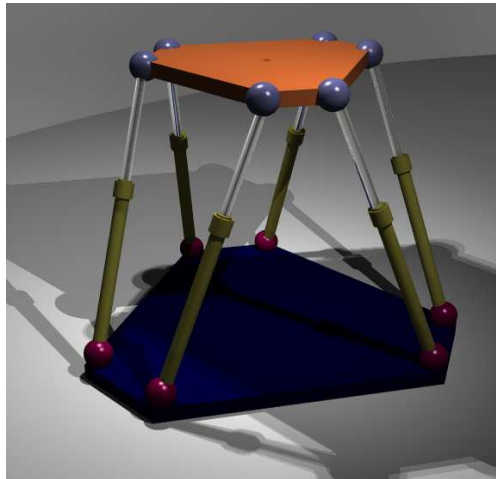


Рис. 2. Объемная модель механизма [1]

#### Применение.

1. Платформа Гью-Стюарта используется в станкостроении, подводных исследованиях, летных спасательных действиях на море, летательных тренажёрах, позиционировании спутниковых антенн, в телескопах и в ортопедической хирургии. Система стыковки с низким воздействием, разработанная НАСА, использует платформу Гью-Стюарта для манипуляций с космическими средствами передвижения во время стыковки [5].

2. Компания Geodetic Technology зарегистрировала товарный знак «шестиножник» (англ. – hexapod) для платформ Гью-Стюарта, используемых в

машиностроении. Однако это не помешало другим машиностроительным фирмам использовать этот термин.

3. Джеймс Альбус из Национального института стандартов и технологий построил кран, получивший название РобоКран. В нём, в свой черед в платформе Гью-Стюарта, применяется октаэдральная компоновка, но вместо стоек применяются тросы.

4. Чарльз Тейлор (англ. Charles Taylor) применял платформу Гью-Стюарта при создании «пространственной рамы Тейлора» – наружного фиксатора в ортопедической хирургии, используемого ради коррекции деформации костей и излечения трудных переломов.

5. Эрик Гью был инженером-автомобилестроителем и работал на заводе Dunlop Tyres в Бирмингеме. В 1950-х годах он придумал «универсальную шиноиспытательную машину» и его платформа функционировала до 1954 года. Машина могла механически испытывать покрышки под воздействием комбинированных нагрузок. Гью умер в 1972 году, но его испытательной машиной продолжали пользоваться до конца 1980-х годов, когда предприятие было закрыто и снесено. К счастью, машина, сделанная Гью, была перевезена в хранилище английского Музея науки [4].

Многочисленные изготовители из Китая предлагают широкий выбор автотренажёров для обучения вождению и для индустрии развлечения. Впрочем надлежит отметить, что эти тренажеры довольно однообразны и не отличаются конструктивно. Одной из преимущественно эффективных компаний, изготавливающих автотренажеры и симуляторы в Китае, является «Beijing Sunheart Simulation Technology Co» («Beijing Sunheart Simulation Technology Co. », Ltd. 07.07.2016) Тренажеры предоставленной компании созданы для обучения водителей грузовых авто и спорт-каров, пример такового симулятора показан далее (рис. 3).

Новый разряд тренажеров ради широкого круга проблем предлагает североамериканская компания «Mikrolar Inc». Необыкновенностью данных тренажеров представляется использование элементов параллельной структуры, например гексопода и ротопода.



Рис. 3. Автотренажер на платформе Гью-Стюарта [3]

Следовательно, приведенные образцы аргументируют фактическую возможность и необходимость применения разных тренажеров и симуляторов

для соответствующего уровня подготовки водителей автотранспортных средств. подготовка при помощи тренажеров претендентов в водители автотранспортных средств российского и иностранного изготовления – разрешает решить бесконечно важную для сельскохозяйственного, индустриального и оборонного комплекса государства тему – подготовка квалифицированных кадров, способных заниматься на современном оборудовании.

#### **Список литературы**

1. Платформа Гью-Стюарта URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1599143>
2. Стюарт Д. Платформа с шестью степенями свободы. – Соединенное Королевство: Институт производства инженеров-механиков, 1965-66. – Vol. 180, Pt. 1, No 15.
3. Продажа автотренажеров URL: <https://www.tradekorea.com/product/detail/P245606/sell-6-DOF-interactive-driving-simulator-QJ-4B.html>
4. Dasgupta, Bhaskar & Mruthyunjaya, T.S. (2000). The Stewart platform manipulator: A review. Mechanism and Machine Theory. 35. 15-40. 10.1016/S0094-114X(99)00006-3.
5. Xie, Z., Li, G., Liu, G., & Zhao, J. (2017). Optimal design of a Stewart platform using the global transmission index under determinate constraint of workspace. Advances in Mechanical Engineering. <https://doi.org/10.1177/1687814017720880>

#### **Сведения об авторе:**

*Лопатин Артем Алексеевич* – аспирант, РГУ им. А.Н. Косыгина, г.Москва.