

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПЛАТФОРМЫ СТЮАРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D ТЕХНОЛОГИЙ**

**Игнатенко А.В.**, аспирант,

**Чуйков Р.С.**, к.т.н., доцент,

Московский университет СИНЕРГИЯ, г. Москва, Россия

**Курасов Д.А.**, к.т.н., доцент

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

□□□□□□□□ **Аннотация.** Гексапод, широко известный как платформа Стюарта, является типом параллельного манипулятора с шестью степенями свободы, что позволяет ему выполнять широкий спектр движений с высокой степенью точности и грузоподъемности, что находит отражение в разнообразии применений. Для дальнейшего улучшения и расширения его функциональных возможностей критически важным является глубокий анализ и усовершенствование его технических характеристик, включая применение современных 3D технологий.

□□□□□□□□ **Ключевые слова:** платформа Стюарта, гексапод, 3D технологии, проектирование и анализ.

В проектировании мехатронных систем критическую роль играет анализ кинематических и динамических характеристик мобильной платформы. Эффективность этих систем значительно возрастает при тщательной оптимизации геометрии, параметров подвески, длины поддерживающих элементов и распределения точек крепления шарниров. Целью такой оптимизации является расширение эксплуатационных возможностей платформы за счет увеличения ее рабочего пространства и снижения риска сингулярных положений. Помимо этого, для повышения точности позиционирования и обеспечения системной устойчивости необходимо учитывать массу платформы, максимально допустимую нагрузку и инерционные свойства системы.

Для улучшения возможностей платформы Стюарта [1], нужно создавать специализированные устройства и захваты, настроенные на выполнение разнообразных операций. Таковыми могут быть захваты, предназначенные для обращения с хрупкими предметами, устройства для выполнения микроскопических работ или датчики для определения разных величин среды. Сочетание с технологиями VR и AR предоставит пользователю более естественный контроль над платформой и возможность наглядно отслеживать результаты ее функционирования.

Необходимо акцентировать внимание на разработке ПО, так как создание интуитивно понятных программных интерфейсов, которые дадут возможность даже пользователям без обширных знаний в робототехнике осуществлять сложные программируемые манипуляции и траектории движения, представляет собой ключевую

задачу. Применение технологий машинного обучения и AI для усовершенствования траекторий движения и адаптации к новым условиям операционной среды будет способствовать повышению производительности и точности.

В области материаловедения употребление инновационных материалов, например, композиционных материалов, способствует уменьшению массы конструкций при одновременном увеличении их устойчивости к деформациям. Прогресс в области аддитивного производства и технологии 3D-печати обеспечивает возможность воплощения сложных проектов с высокой степенью детализации при сокращении расходов и времени на проектирование, что делает возможным скоростное прототипирование.

Трехмерное моделирование (CAD и CAE) представляет собой технически сложную и критически важную часть в проектировании и анализе платформы Стюарта. К подобным программным продуктам можно отнести системы SolidWorks, CATIA, Siemens NX и т.д. Использование моделирования позволяет получить точную визуализацию кинематических, динамических и объемных характеристик платформы, в том числе нагрузок и крутящих моментов.

Перспективным направлением для проектирования механических систем [2-3], в том числе платформы Стюарта является применение алгоритмов машинного обучения [4-5] и интерфейсов искусственного интеллекта. Эти технологии обеспечивают разработку адаптивных, самоуправляемых систем, которые могут эффективно анализировать данные и принимать решения в реальном времени.

## Литература

1. Терехин, Н. А. Система управления манипулятором с шестью степенями свобод. Платформа Гью-Стюарта / Н. А. Терехин, Т. В. Камленок // Решетневские чтения. – 2010. – Т. 1. – С. 334-335.
2. Бессепараторный роликовый подшипник качения: пат. РФ № 2331000. / Г. Ю. Волков, Д. А. Курасов. -Опубл. 10.08.08; Бюл. № 22.
3. Грешняков, П. И. Совершенствование пневматической системы управления платформы Стюарта / П. И. Грешняков // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2016. – Т. 15, № 1. – С. 151-162.
4. Kurasov D.A. Digital technologies Industry 4.0 // CEUR Workshop Proceedings. - 2021. - 2843.
5. Kurasov D.A. Computer-aided manufacturing: Industry 4.0 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2021. - Vol. 1047. - P. 012153.