

**РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПОДВОДНОГО АППАРАТА С
МЕХАНИЗМОМ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ВЕКТОРА ТЯГИ
МАРШЕВОГО ДВИЖИТЕЛЯ**

Федорова А. Ю. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – Маматов А. Г., к.т.н. (Университет ИТМО)

Введение. Автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) представляют собой инновационные технологические устройства, способные проводить исследования и выполнять различные задачи на больших глубинах в водных пространствах. Главное преимущество АНПА заключается в их способности достигать значительных глубин и проводить длительные операции на больших расстояниях от базовых пунктов. Это делает их незаменимыми инструментами для изучения морских глубин, поиска месторождений полезных ископаемых, контроля состояния подводных инфраструктурных объектов, а также для решения задач в области охраны окружающей среды.

В результате анализа существующих разработок в части движительно-рулевого комплекса было принято решение использовать сферический параллельный манипулятор в качестве механизма ориентации вектора тяги маршевого движителя. Данное устройство ориентации может менять направление вектора тяги маршевого движителя относительно продольной оси подводного аппарата. Это позволит управлять движением АНПА в пространстве только с помощью одного движителя, не используя дополнительные рулевые устройства.

Система управления АНПА разделяется на два уровня: верхний и нижний, где на первом задается траектория аппарата, а на втором регулируется скорость вращения маршевого движителя и угол отклонения гребного винта. В рамках данной научной работы исследован нижний уровень управления.

Основная часть. Сферический параллельный механизм состоит из двух платформ (подвижной и неподвижной), соединенных тремя одинаковыми кинематическими цепями. Каждая цепь состоит из двух звеньев (рычагов), соединенных между собой, а также с обеими платформами посредством вращательных шарниров. Оси всех этих шарниров пересекаются в одной точке – центре механизма. Центральный вал разделен на две части, одна из которых имеет только одну вращательную степень свободы, а вторая перемещается вместе с подвижной платформой и имеет две вращательно-поступательные степени свободы. Части вала соединены между собой посредством универсального двухстепенного шарнира. Таким образом, механизм обеспечивает и ориентацию подвижной платформы, и вращение центрального вала (к которому впоследствии будет прикреплен винт).

В работе была реализована полная имитационная математическая модель механизма ориентации в среде Matlab/Simscapе. Такой подход упрощает разработку многозвенных и многодвигательных мехатронных устройств и визуализировать их работу. Для определения требований к электрическим приводам устройства, была решена обратная задача кинематики для многозвенного механизма. После определения приводных точек, были выбраны электрические двигатели и синтезированы цифровые системы управления маршевым движителем и приводами рычагов устройства. Дальнейший переход от углов поворота рычагов к углам отклонения платформы (гребного винта) позволяет реализовать систему управления вектором тяги маршевого двигателя.

Выводы. Проведен анализ алгоритмов управления для системы управления скоростью маршевого движителя и систем позиционирования рычагов устройства ориентации. Разработаны электропривода автономного необитаемого подводного аппарата. Проведен анализ полученных динамических характеристик. Разработанная система управления

сферическим параллельным манипулятором позволяет управлять направлением вектора тяги маршевого движителя без использования дополнительных подруливающих устройств.

Список использованных источников:

1 Матвиенко Ю.В., Костенко В.В., Щербатюк А.Ф., Ремезков А.В. Развитие технологического потенциала автономных необитаемых подводных аппаратов // Подводные исследования и робототехника. – 2020. – №4(34). – С. 4–14.

2 Kingshuk M., Tanumoy B., Aniruddha P. Autonomous Underwater Vehicles: Recent Developments and Future Prospects // International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). – 2019. – V. 7. – №11. – P. 215–222.

3 Bashir A., Khan S., Iqbal N., et al. A Review of the Various Control Algorithms for Trajectory Control of Unmanned Underwater Vehicles // Sustainability. – 2023. – №15(20). – P. 1–21.

4 Володин А.Н., Панасенко В.В., Хорошев В.А. Анализ и перспективы развития автономных необитаемых подводных аппаратов // Интеллектуальные системы, управление и мехатроника: Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – 2022, С. 198–204.

5 Митус К.Н., Гармашова Е.П. Анализ рынка подводной робототехники России // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Т. 3. – №1. – С. 233–254.

6 Li D.; Du L. AUV Trajectory Tracking Models and Control Strategies: A Review // Journal of Marine Science and Engineering – 2021. – №9. – P. 1–32.

7 Филаретов В.Ф., Лебедев А.В. Устройства и системы управления подводных роботов. // Монография. – 2005.