

## **УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ С ПРЕПЯТСТВИЯМИ, ОСНОВАННЫЙ НА ЗАКОНЕ ЭВОЛЮЦИИ ДВОЙСТВЕННЫХ ПАР**

**Демидова А.В.**

**Научный руководитель - доцент Семенчев Е.А.**

*Тульский государственный университет*

В настоящее время актуальны разработки интеллектуальных беспилотных робототехнических аппаратов земного, воздушного, морского назначений, автономно перемещающихся в динамически изменяющемся пространстве. Однако, проблема конструирования управляющего устройства, способного анализировать разнообразные реальные ситуации, возникающие при перемещении объекта в пространстве при наличии большого количества препятствующих движению неподвижных и подвижных объектов, планировать в реальном времени и принимать решения до сих пор остается до конца не решенной. Задача создания эффективных универсальных методов динамического планирования действий в реальном времени при перемещении автономных (безлюдных) машин является актуальной, так как от ее решения зависит дальнейшее развитие безлюдных интеллектуальных машин и их широкое распространение в различных областях человеческой деятельности.

Целью исследования являлся поиск новых принципов построения и повышение степени универсальности алгоритмов перемещения Автономных (безлюдных) Самоорганизующихся объектов (АСО) в пространстве с препятствиями.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи.

1. Разработан универсальный управленческий алгоритм перемещения АСО в пространстве с препятствиями.

Сущность алгоритма состоит в следующем. Все ситуации мы анализируем и строим в текущей конфигурации свободного пространства перекрещенные двойственные пары, что существенно упрощает последующий анализ ситуации. В соответствии с принципом наименьшего действия наш объект движется по прямой с некоторой скоростью. На каждом элементарном временном шаге происходит анализ конфигурации свободного пространства. Текущее положение нашего объекта является действительным полюсом двойственной пары, тогда как то место, куда должен переместиться наш объект – мнимой частью двойственной пары. Мнимая часть вычисляется благодаря другой двойственной паре, образованной концами виртуальной перекладины, соединяющей наиболее сближенные точки границы свободного пространства между препятствиями (условными и безусловными). Данные пары образуют крест, который рекурсивно воспроизводится на новом временном шаге.

Таким образом, наш метод можно назвать методом порождения виртуальных крестообразных двойственных пар, в основе которого лежит принцип наименьшего действия и закон сохранения двойственных отношений.

2. Выработаны принципы организации, функциональный состав и разработана структура механизмов взаимодействия подсистем АСО.

Принято, что АСО обладает симметрией, и с ним связаны две системы координат (рисунок 1). Одна система координат жестко связана с объектом и одна из её осей направлена по оси симметрии объекта. Другая система координат связана с 3D сенсорной (оптической) системой, обладающей тремя степенями свободы. Перемещения осуществляются и фиксируются в третьей системе координат, в которой намечен желаемый маршрут движения. Все параметры окружающего пространства мы получаем в системе координат, жестко связанной с сенсорными элементами. После чего происходит пересчет всех полученных параметров, относительно второй системы, связанной с объектом. И именно относительно них и принимаются решения об изменении параметров движения.

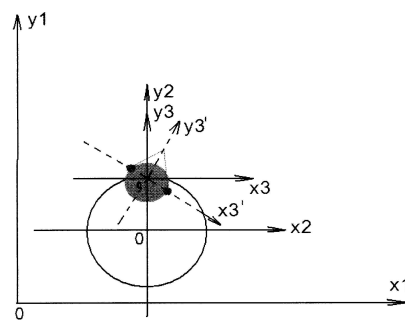
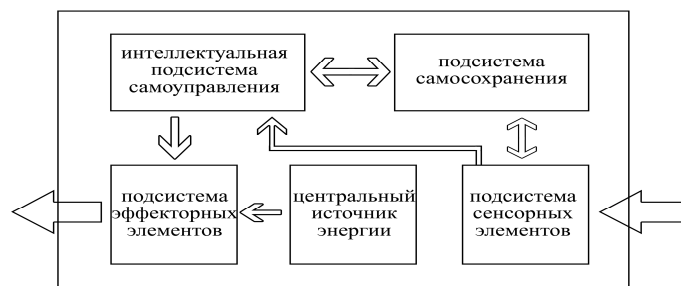


Рисунок 1 – Системы координат АСО

Третья же система координат нужна нам, для определения текущего положения относительно цели. В данной разработке - это альтернатива карты.

В структуре объекта выделены, помимо прочих, четыре подсистемы, как показано на рисунке 2.



## Рисунок 2 – Обобщенная структура интеллектуального автономного объекта

3. Разработана компьютерная модель АСО для проверки работоспособности алгоритмов планирования перемещения и управления. Исследовались возможности алгоритмов для разных типов объектов: 1) объект типа андроид (человекоподобный робот), 2) транспортный автономный робот, 3) беспилотный автомобиль. Разработанный алгоритм уверенно функционировал на всех рассмотренных типах объектов в широком диапазоне их параметров и скоростей перемещения в условиях разнообразных неподвижных и подвижных (групповых и одиночных) препятствий.

Таким образом в работе впервые предложен и реализован способ формирования траектории перемещения объектов на основе закона сохранения двойственных отношений, что значительно упрощает вычисления и сокращает временные затраты на планирование и принятие решений в реальном времени.