

УДК 621.446

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СТАБИЛИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ШЕСТИНОГОГО ШАГАЮЩЕГО АППАРАТА «КАТАРИНА»

Антоменюк А.В., студент, Рафиков Г.Ш. доцент к.т.н.

*(Донецкий национальный нехнический нниверситет, г. Донецк,
Украина)*

Организация движения живых существ по поверхности земли издавна привлекала внимание исследователей. Особенно широкое распространение среди сухопутных животных имеет способ перемещения с помощью ног.

Мощный импульс исследования в направлении создания шагающих машин учёные получили в связи с появлением малогабаритных средств автоматике и вычислительной техники, развитием теории управления и информатики. Для решения проблемы создания автоматических шагающих аппаратов с высокой степенью автономии большое значение имеют исследования, посвященные разработке передвигающихся устройств различных типов, способных самостоятельно ориентироваться в окружающей обстановке и выполнять те или иные возложенные на них функции. Необходимость появления таких устройств диктуется насущными потребностями науки и техники сегодняшнего дня, а также недалекого будущего. Исследование труднодоступных и опасных районов Земли и дна океана, космоса и поверхности планет в решении этих проблем существенный вклад может внести использование автоматических аппаратов, снабженных элементами искусственного интеллекта.

Целью данной работы является синтез алгоритма и исследование математической модели динамики шагающего аппарата.

Шагающий аппарат рассматривается как шарнирно-соединенная совокупность абсолютно твердых тел. В момент соприкосновения ноги с поверхностью возникает удар, который предполагается абсолютно неупругим. Это означает, что после

удара скорости стоп всех ног, находящихся в опорной фазе, равны нулю.

Модель имеет структуру, позволяющую анализировать движение единым образом, независимо от смены состава опорных ног, что дает возможность гибко и оперативно менять типы походок, а также выявлять особые ситуации, в которых одна или несколько опорных ног отрываются от поверхности в незапланированные моменты времени.

Расписание моментов отрыва ног формируется по истечении периода походки, т. е. когда каждая нога сделает шаг, по формулам [1]:

$$s_6 = s^* + l - h, s_5 = s_6 + \tau - h, s_4 = s_5 + \tau, s_3 = s_6 + l/2, s_2 = s_3 + \tau, s_1 = s_2 + \tau - l. \quad (1)$$

где

s_i – значение параметра s , при которых происходит отрыв от опоры соответствующей ноги;

s^* – значение s в момент формирования расписания.

При построении программной траектории ноги, находящейся в фазе переноса, предполагается, что траектория переноса лежит в вертикальной плоскости, перпендикулярной направлению движения аппарата. С целью предотвращения значительных ударов в момент опускания ноги на опорную поверхность, программная скорость стопы полагается равной нулю.

В работе проведен расчёт управляющих шарнирных моментов и построены диаграммы изменения этих моментов. Необходимые расчёты произведены по формуле [1]:

$$M = \sum_{i=0} r_i * N^i \quad (2)$$

Реакция опоры в i -ой ноге $N^{(i)}$ и упругое перемещение её конца связаны равенством [2]:

$$N^{(i)} = C^{(i)} \Delta r^{(i)}, \quad (3)$$

в котором $C^{(i)}$ – положительно определённая симметричная матрица механической жёсткой ноги.

В качестве примера рассмотрена походка со следующими параметрами:

$$L=1\text{м}, h=0,5\text{м}, \tau=0,5\text{м}, \varphi=\pi/2, v=0,2\text{м/сек.}$$

$$s_6=5.5, \quad s_5=4.5+0.5=0.5, \quad s_4=3.5+1=4.5, \quad s_3=2.5+1=3.5, \\ s_2=1+1.5=2.5, \quad s_1=1.$$

$$\tau=\tau_0+s+\sin\varphi$$

$$\zeta=\zeta_0$$

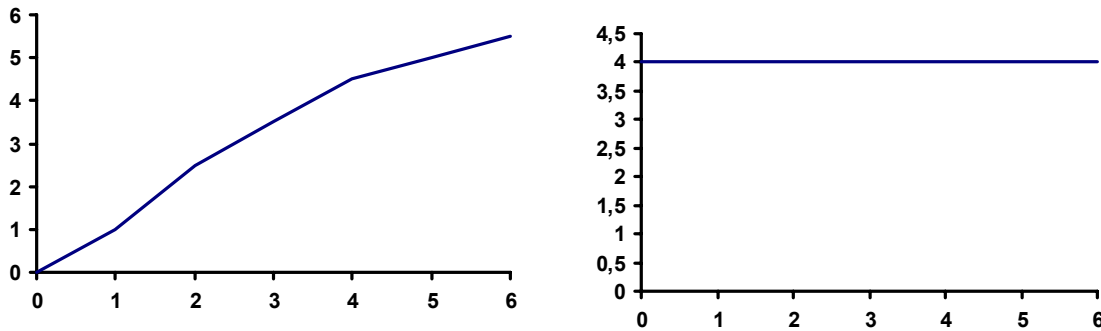
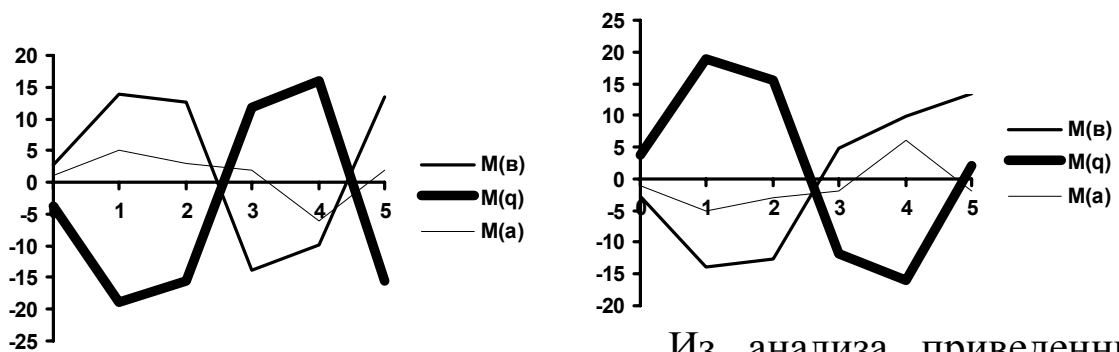


Рисунок 1 - Изменение по времени координат ноги

На графике отражены изменения координат ноги при изменении шарнирных углов.

В работе произведен расчёт шарнирных моментов и построены диаграммы изменения этих моментов. Программа MATLAB основана на формуле (2).



Из анализа приведенных графиков видно, что

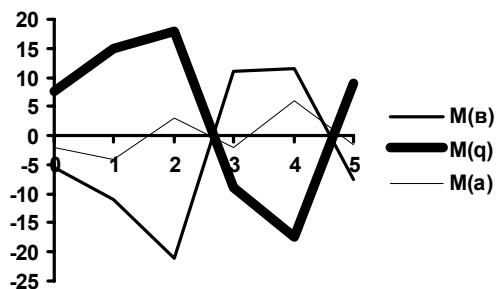


Рисунок 2 -Управляющие шарнирные моменты ног аппарата.

шарнирные моменты изменяются с изменением параметров походки, что вызвано деформацией опорной поверхности.

Реакция опоры в i -ой ноге $N^{(i)}$ и упругое перемещение вычислены по формуле (3) с помощью пакета прикладных программ MATLAB.

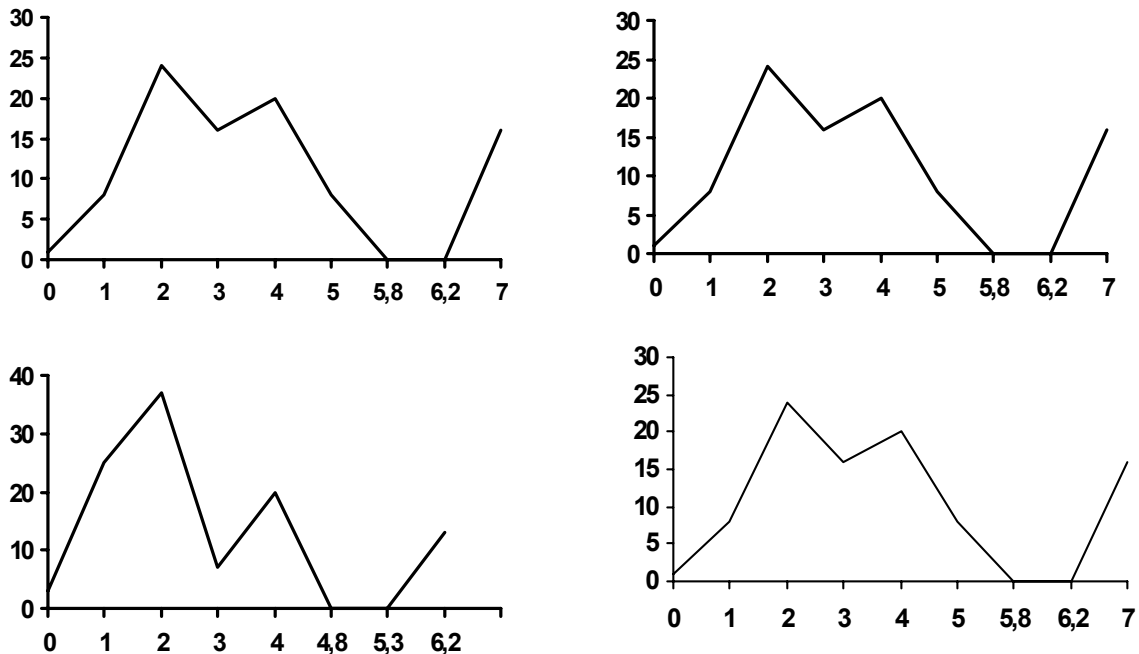


Рисунок 3 - Точки опоры реакций ног аппарата.

Из анализа приведенных графиков видна смена фаз перемещения ног. Таким образом, в данной работе: синтезирован алгоритм движения шагающего аппарата; дан анализ обработки информации об окружающей среде, построена математическая модель шагающего.

В результате моделирования динамики шагающего аппарата получены диаграммы изменения шарнирных углов и шарнирных моментов.

Перечень ссылок:

1. Охоцимский Д.Е., Голубев Ю.Ф. Механика и управление движением автоматического шагающего аппарата.- М.: Наука, 1984, - 312с.
2. Лапшин В.В. Алгоритм стабилизации движения прыгающего аппарата в опорной фазе полёта. – Препринт ИПМ АН СССР, 1979, №59.