

*Амир Е.К.,
студент магистратуры
2 курс, факультет «Энергетический»
Казахский агротехнический университет им. Сакена Сейфуллина
Казахстан, г. Нур-Султан*

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РОБОТА-КУЛЬТИВАТОРА

***Аннотация:** Статья посвящена основным вопросам применения алгоритмов управления на базе нечеткой логики для сельскохозяйственных роботов культиваторов. В частности, рассматриваются проблемы по уходу картофельной культуры и борьбы с сорными растениями для данной культуры. В данной работе разрабатываются основные алгоритмы управления приводами робоплатформы культиватора. Указанные алгоритмы были разработаны при помощи ПО «MatLab» и библиотеки «Simulink».*

***Ключевые слова:** сорное растение, культиватор, робоплатформа, привод, алгоритм, нечеткая логика.*

***Abstract:** The paper is devoted to the main issues of application of fuzzy logic based control algorithms for agricultural robots of cultivators. In particular, the problems of potato crop care and weed control for this crop are considered. In this paper we develop basic control algorithms for the drives of a cultivator robotics platform. These algorithms have been developed using "MatLab" software and "Simulink" library.*

***Key words:** weed, cultivator, roboplatfrom. actuator, algorithm, fuzzy logic.*

Несмотря на высокие темпы роста применения искусственного интеллекта в роботах, технические решения на базе нечеткой логики не являются достаточно популярным решением в данной области.

Стоит отметить что в рассматриваемой области было написано достаточное количество научных работ, в подтверждении можно привести результаты поиска на «Web of Science» где по запросу о «Нечеткой логике» было найдено порядка 57 тыс. публикации, а на запрос о «ПИД-регуляторах» всего 36 тыс. Один из основоположников теории нечетких множеств и автором термина «нечеткая логика» является Лотфи Заде[1-3].

Целью данной научной работы является исследование вопросов применения алгоритмов нечеткой логики для сельскохозяйственных роботов.

Предмет исследования данной работы – разработка алгоритмов управления на базе нечеткой логики для робота культиватора.

Методическую основу исследования составили методы компьютерного моделирования в среде «MatLab» и библиотека «Simulink», также специальная библиотека «Fuzzy-Logic Toolbox» для более удобного пользовательского интерфейса.

В работе изучались ландшафтные характеристики рабочей среды робота и были составлены нечеткие переменные (основные лексические понятия заменяющие традиционные значения переменных) и его соответствующие термы (степени). Далее, с учетом технических характеристик оборудования и предъявляемым к ним требованиям были составлены нечеткие правила и методы дефазификации. Для дальнейшего удобства разработки и тестирования общий алгоритм был разделен на 4 специализированные. А именно: алгоритм управления мобильной платформой, управление приводами, позволяющими приводить в движение манипулятор по координате «x», «y» и «z». Также отдельный алгоритм для культивационного диска.

Ниже на рисунке 1 приведены входные и выходные переменные для алгоритма управления мобильной платформой. На основе экспертных данных были составлены правила управления для данного алгоритма, которые показаны на рисунке 2.

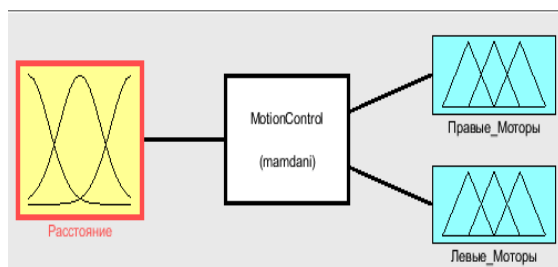


Рисунок 1. Входные и выходные переменные для алгоритма управления мобильной платформой

		Выход	
		Левые Моторы	Правые Моторы
Вход	Расстояние	Очень Близко	Очень Высокая
		Близко	Высокая
		Норма	Средняя
		Далеко	Средняя
		Очень Далеко	Высокая

Рисунок 2. Таблица правил алгоритма управления мобильной платформы

Входные и выходные переменные, также таблица правил для алгоритма управления приводами, приводящие в движение манипулятор по координатам «х» и «у» выполнены практически идентично друг другу, с той лишь разницей что в одной на входе координата «х», а у другой координата «у». Поэтому ниже приводятся лишь рисунки переменных (рисунок 3) и правила (рисунок 4) для алгоритма управления привода для координаты «х».

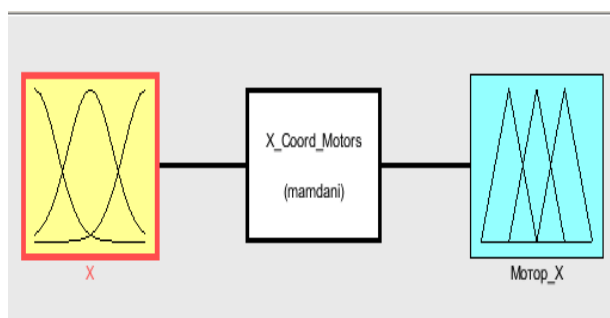


Рисунок 3. Входные и выходные переменные для алгоритма управления приводом по координате «х»

		Выход
		Напряжение Мотор X
Вход	Дельта Расстояние	Далеко+
		Средне+
		Близко+
		Точно
		Близко-
		Средне-
		Далеко-

Рисунок 4. Таблица правил алгоритма управления привода по координате «х»

Иллюстрация переменных алгоритма управления и его правил для привода по координате «z» приведены на рисунках 5 и 6 соответственно.

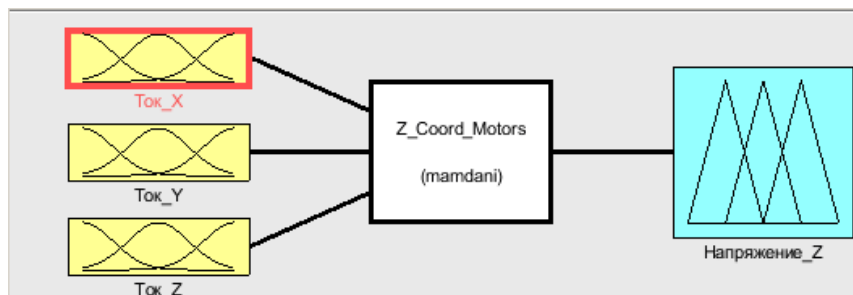


Рисунок 5. Входные и выходные переменные для алгоритма управления приводом по координате «z»

Напряжение Z			Вход					
			Ток Y					
			Присутствует			Отсутствует		
			Ток Z			Ток Z		
Вход	Ток X	Присутствует	Выключен	Номинальный	Нагрузка	Выключен	Номинальный	Нагрузка
			Выключен	Выключен	Выключен	Выключен	Выключен	Выключен
		Отсутствует	Ток Z			Ток Z		
			Выключен	Номинальный	Нагрузка	Выключен	Номинальный	Нагрузка
			Выключен	Выключен	Выключен	Вниз	Вниз	Вверх
						Вверх	Выкл	

Рисунок 6. Таблица правил управления алгоритма для привода по координате «z»

Далее, следующим образом были составлены переменные (рисунок 7) и таблица правил (рисунок 8) для алгоритма управления для культивационного диска мобильной платформы.

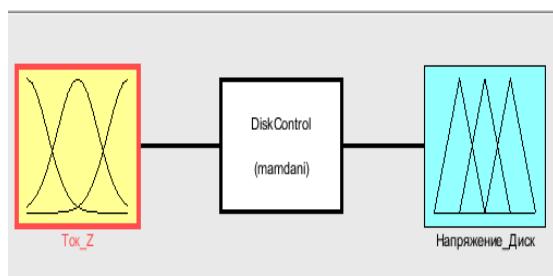


Рисунок 7. Входные и выходные переменные для алгоритма управления культивационного диска

			Выход
			Напряжение Диск
Вход	Ток Z	Отключен	Выключить
		Номинальный	Выключить
		Перегрузка	Включить

Рисунок 8. Таблица правил управления алгоритма для привода культивационного диска

При экспериментальных исследованиях были выявлены следующие особенности исследуемых алгоритмов. Разработанные алгоритмы показали хорошую отзывчивость к переменам внешней среды и устойчивость в процессе в целом и относительную быстроту достижения желаемого значения. Также стоит отметить что применение нечетких переменных значительно упрощает процесс разработки алгоритмов и последующие процедуры исправлении некоторых пунктов. Более того, данная особенность позволяет легче формулировать требования к устройству относительно его рабочей среды.

Для наглядности ниже на рисунке 9 приводятся результаты экспериментального тестирования алгоритма управления мобильной платформой.

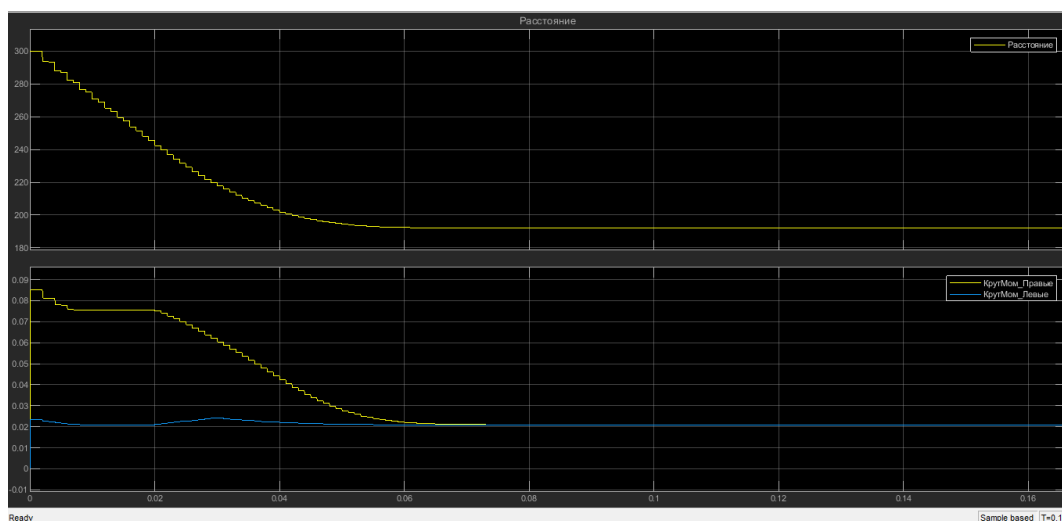


Рисунок 9. Результаты экспериментального тестирования алгоритма управления мобильной платформой

Настоящая разработка была призвана изучить методы применения алгоритмов на базе нечеткой логики в сельскохозяйственных работах. Дальнейшим этапом исследования будет являться исследование в рамках применения нейро-нечетких алгоритмов в целях обработки видео материалов в реальном времени, что дополнило бы данную работу.

Использованные источники:

1. Zadeh, L.A. Fuzzy sets: Information and Control / Zadeh, L.A. – 1965. – Vol. 8. № 3. – P. 338–353.
2. Zadeh, L.A. Fuzzy logic = computing with word: IEEE Transactions on Fuzzy Systems / Zadeh, L.A. – 1996. – Vol. 4. № 2. – P. 103–111.
3. Zadeh, L.A. Fuzzy algorithms: Information and Control / Zadeh, L.A. – 1968. – Vol. 12. № 2. – P. 94–102.