

Қазақстан Республикасы тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 17: «Қазіргі аграрлық ғылым: цифрлық трансформация» атты халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияға материалдар = Материалы международной научно – теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященной 30 – летию независимости Республики Казахстан.- 2021.- Т.1, Ч.3 - С. 6 - 9

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РОБОТА-КУЛЬТИВАТОРА**

*Амир. Е.К*

Данная работа исследует вопросы применения алгоритмов управления для роботов, в частности для роботов сельскохозяйственного назначения на базе нечеткой логики.

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 подтверждение 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[1-7].

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.

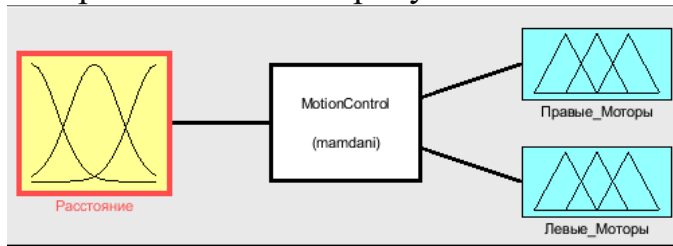


Рисунок 1. Входные и выходные переменные для алгоритма управления мобильной платформой

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

Рисунок 2. Таблица правил управления алгоритма для мобильной платформы

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

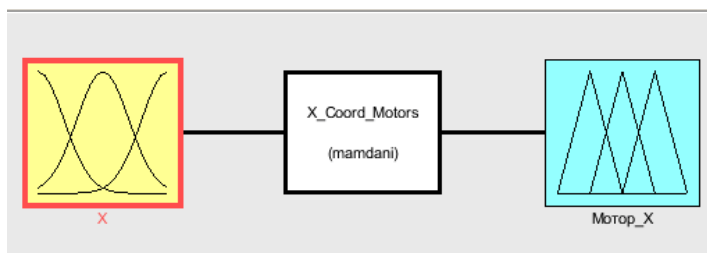


Рисунок 3. Входные и выходные переменные для алгоритма управления приводом по координате «X»

		Выход	
		Напряжение Мотор X	
Вход	Дельта Расстояние	Далеко+	Высокая+
		Средне+	Средняя+
		Близко+	Низкое+
		Точно	Ноль
		Близко-	Низкое-
		Средне-	Средняя-
		Далеко-	Высокая-

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

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

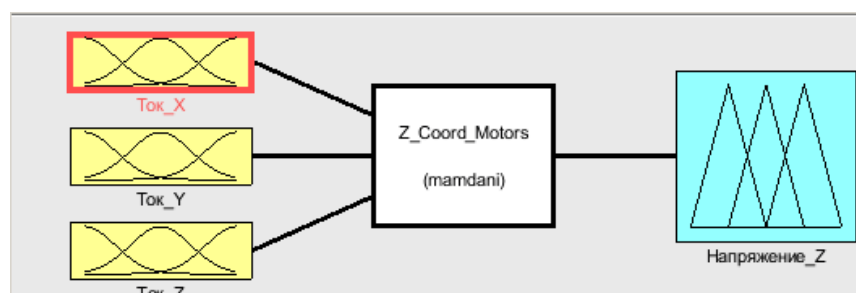


Рисунок 5. Входные и выходные переменные для алгоритма управления приводом по координате «Z»

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

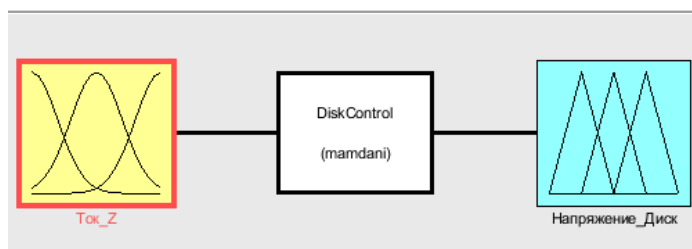


Рисунок 7. Входные и выходные переменные для алгоритма управления культивационного диска

			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 исправления 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.

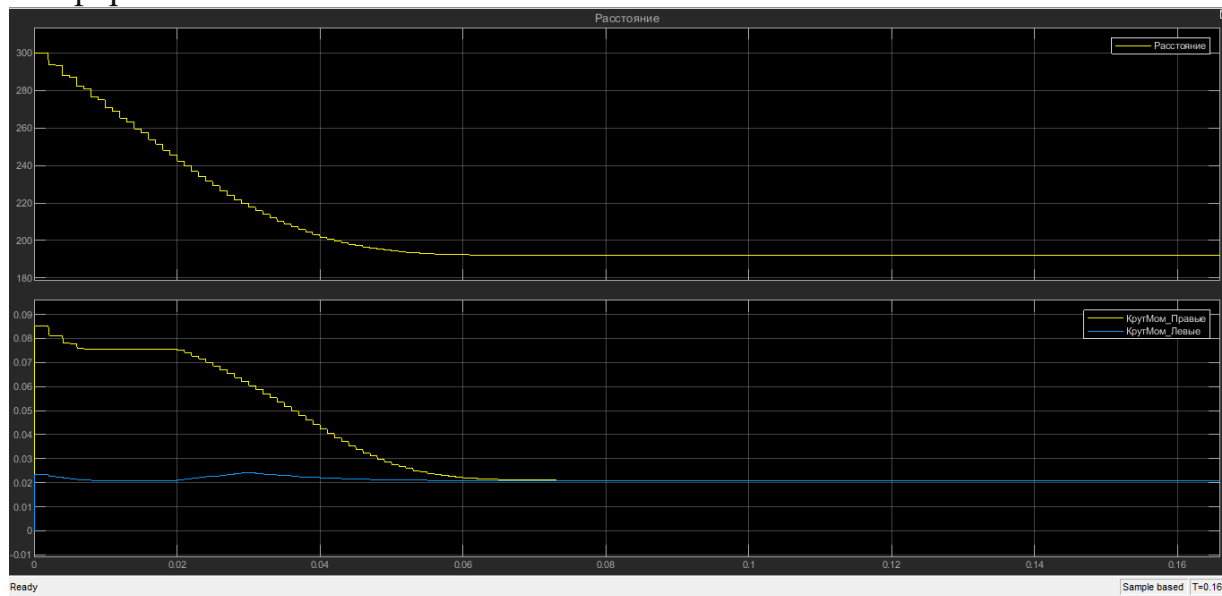


Рисунок 9. Результаты экспериментального тестирования алгоритма управления мобильной платформой

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.

### Список литературы

1. Zadeh, L.A. Fuzzy sets: Information and Control / L.A Zadeh. – 1965. – Vol. 8. № 3. – P. 338–353.
2. Zadeh, L.A. Fuzzy logic = computing with word: IEEE Transactions on Fuzzy Systems / L.A Zadeh. – 1996. – Vol. 4. № 2. – P. 103–111.
3. Zadeh, L.A. Fuzzy algorithms: Information and Control / L.A. Zadeh. – 1968. – Vol. 12. № 2. – P. 94–102.
4. Zadeh, L.A. Quantitative fuzzy semantics: Information Sciences / L.A Zadeh. – 1971. – Vol. 3. № 2. – P. 159–176.
5. Lee, E.T. Zadeh, L.A. Note on fuzzy languages: Information Sciences / E.T. Lee, L.A. Zadeh. – 1969. – Vol. 1. № 4. – P. 421–434.
6. Zadeh, L.A. Fuzzy probabilities: Information Processing & Management / L.A. Zadeh.–1984. – Vol. 20. - № 3. – P. 363–372.
7. Zadeh, L.A. Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic: Fuzzy Sets and Systems / L.A Zadeh. – 1997.- Vol. 90. № 2. – P. 111–127.