

УДК 656.13:627.2

Я.И. Нефедова, М.С.Мнацаканян

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ГРУЗОВЫХ ФРОНТАХ МОРСКОГО ПОРТА

В работе проведено исследование проблем организации процесса перегрузки грузов с автомобильного транспорта в морских портах в условиях ограниченных планировочных решений.

Украина имеет большие потенциальные возможности роста транзитных грузопотоков в железнодорожно-водном и автомобильно-водном сообщении. Поэтому эффективность логистического управления транспортным обслуживанием грузопотоков в местах перевалки через морские порты, является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса на транспорте.

Транспортные узлы Украины сформированы без учета развития инфраструктуры транспортных предприятий, планировочных решений для железнодорожных и автомобильных коммуникаций портовых комплексов, окруженных развивающейся городской структурой [1, 2]. С ростом объемов автомобильных перевозок, обусловленных повышением железнодорожных тарифов, возникает проблема создания новой организации процесса обслуживания грузопотоков в транспортных узлах, обеспечивающая устойчивость функционирования отдельных звеньев цепи доставки в условиях повышения требований к уровню транспортного обслуживания клиентов.

Анализ последних исследований и публикаций показал, что большое внимание уделяется проблеме планирования, организации и управлению работой отдельных звеньев цепи доставки грузов в условиях повышения требований к качеству транспортного обслуживания [1 – 4]. Однако, недостаточно внимания уделялось проблеме организации процесса перегрузки грузов с автомобильного транспорта в морских портах в условиях ограниченных планировочных решений.

Целью статьи является исследование необходимости формирования траекторий движения автомобилей на грузовых фронтах Мариупольского морского торгового порта (ГП ММТП).

Эффективность функционирования логистической цепи доставки экспортной продукции в ГП ММТП характеризуется значениями качественных показателей, которые отражают способность удовлетворять потребности клиентов. К таким показателям относятся объем перевозок, размеры обслуживаемой территории и размеры площадей для осуществления маневровых работ автотранспорта, регулярность потоков, время осуществления перегрузочных работ, уровень тарифов, необходимость хранения товаров в цикле доставки. Важность отдельных показателей определяется клиентурой предложением в естественном языке и характеризуется нечеткостью целей и ограничений, поставленных перед транспортной системой. Такого рода неопределенности называют лингвистическими.

Лингвистической называется переменная, заданная на некоторой количественной шкале и принимающая значения, являющиеся словами и словосочетаниями естественного языка. Значения лингвистической переменной описываются нечеткими переменными [4, 5]. В данных условиях целесообразным является использование методов теории нечетких множеств для совершенствования логистического управления транспортным обслуживанием грузопотоков в ГП ММТП. Методы теории нечетких множеств позволяют [4]:

- учитывать различного рода неопределенности и неточности, вносимые субъектом и процессами управления, и формализовать словесную информацию человека о задаче;
- существенно уменьшить число исходных элементов модели процесса управления и извлечь полезную информацию для построения алгоритма управления.

Одним из основных методов теории нечетких множеств, использование которого возможно при решении задач управления различными объектами или процессами в условиях транспортной системы морского порта, являются системы нечеткого логического вывода [4 – 6].

Построение модели в данном случае основывается на формальном представлении характеристик исследуемой системы в терминах лингвистических переменных. Так как, кроме алгоритма управления, основными понятиями систем управления являются входные и выходные переменные, то именно они рассматриваются как лингвистические переменные при формировании базы правил в системах нечеткого вывода [6].

В общем случае цель управления заключается в том, чтобы на основе анализа текущего состояния объекта управления определить значения управляющих переменных, реализация которых позволяет обеспечить желаемое поведение или состояние объекта управления.

Модель нечеткого управления (рис. 1) строится с учетом необходимости реализации всех этапов нечеткого логического вывода (рис. 2).



Рис. 1. Модель компонентов процесса нечеткого управления

База правил нечетких логических выводов представляет собой конечное множество правил нечетких выводов, согласованных относительно используемых в них лингвистических переменных [4 – 6].

Данная концепция позволяет разработать систему управления парковкой грузового автомобиля на фронте осуществления разгрузочных работ в ГП ММТП. Проблема парковки автотранспортного средства, осуществляющего маневры в зоне осуществления разгрузочных работ, представлена следующим образом.

Грузовик и зона «паркинга» показаны на рис. 3. Пунктирной линией обозначена ось y . Грузовик представлен вектором, направленным от задней части грузовика к передней. Положение грузовика точно определяется значениями трех переменных: x – координатой по горизонтали оси, y – координатой по вертикальной оси, и углом φ , под которым грузовик (точнее вектор его перемещения) находится относительно оси y ; координаты (x ; y) определяют центр задней части грузовика (паркование в зону выгрузки осуществляется задним ходом) [7].

Примем, что грузовик движется задним ходом с постоянной скоростью. В качестве параметра управления выступает угол поворота колес грузовика θ . Задача формирования управляющего воздействия заключается в генерации таких углов поворота передних колес грузовика, чтобы припарковать его задом к крану.

Кран находится в точке с координатами $x=0$ и $y=0$. Примем, что область допустимых значений по оси x составляет -150 до $+150$, а по оси y – от 0 до 300 , что и определяет зону «паркинга». Угол φ может изменяться в пределах от -180° до $+180^\circ$, при этом $\varphi=0$ означает, что грузовик расположен параллельно оси y задней частью к оси x . В качестве входных сигналов модуля управления выступают $\varphi [-180^\circ, +180^\circ]$ и $x [-150, +150]$, а в качестве выходного сигнала $\theta [-45^\circ, +45^\circ]$. На выходе модуля управления могут появляться значения в пределах от -180° до $+180^\circ$, однако с учетом очевидных ограничений на угол поворота колес допустимый интервал сокращен до $[-45^\circ, +45^\circ]$.

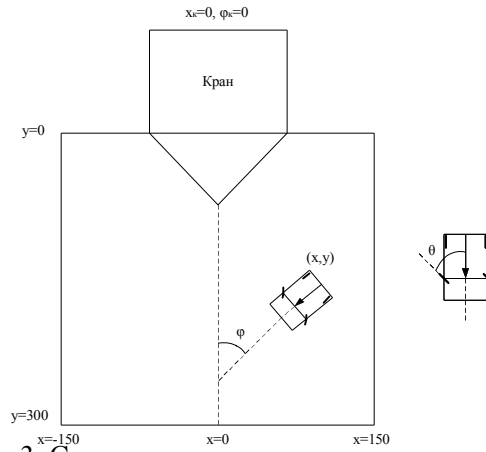


Рис. 3. Схема парковки грузовика в зоне паркинга

Задача управления заключается в подборе такого угла поворота колес, который приведет грузовик в точку парковки, расположенную в центре зоны разгрузки, т.е. имеющую координаты $x_k=0$, $y_k=0$ и $\phi_k=0^0$. Для упрощения примем, что положение грузовика относительно оси y не рассматривается в качестве входного сигнала. Поэтому если грузовик попадает на ось y , а вектор его направления будет параллельно этой оси, то моделирование может быть завершено. Моделирование также прекращается в случае, когда грузовик выезжает за зону «паркинга».

Расчет последовательности $(x(i), \phi(i), \theta(i))$ выполнен методом «проб и ошибок»: для каждого положения грузовика (данные x и ϕ) определяем управляющее воздействие (угол поворота колес грузовика θ) на основании практического опыта того, насколько следует повернуть колеса в такой ситуации. После нескольких попыток, как правило, удается выбрать комбинацию данных, соответствующую наиболее «гладкой и удачной» траектории движения.

Данная процедура проведена для шестнадцати начальных положений грузовика: $(x_0; \phi_0) = (-100; -90^0), (-100; 0^0), (-100; 90^0), (-100; -180^0), (-50; -90^0), (-50; 0^0), (-50; 90^0), (-50; 180^0), (50; -90^0), (50; 0^0), (50; 90^0), (50; 180^0), (100; -90^0), (100; 0^0), (100; 90^0), (100; 180^0)$.

Данные определены следующим образом: для начального положения грузовика угол поворота колес выбран из собственного опыта. Очередное положение рассчитывается с применением уравнений (1-3). Примерная последовательность позиций, занимаемых грузовиком, и соответствующие им значения управляющего сигнала приведены в табл. 1.

Таблица 1

Траектория движения грузового автомобиля, стартовавшего из условной точки $(x_0, \phi_0) = (-100, 180^0)$

i	x	$\phi [^0]$	$\theta [^0]$
0	-100,00	180,00	45,00
1	-98,52	155,67	34,02
2	-92,08	133,22	28,56
3	-82,05	114,04	27,93
4	-70,21	95,24	23,05
5	-57,37	79,54	13,74
6	-44,23	70,01	13,18
7	-31,78	60,86	14,35
8	-20,47	50,92	23,09
9	-11,52	35,18	14,35
10	-4,59	25,01	15,71
11	0,09	14,14	14,37
12	2,41	4,19	10,58
13	2,66	-3,17	0,77
14	1,83	-3,71	-0,91
15	0,99	-3,07	-1,53
16	0,35	-2,00	-1,45
17	-0,03	-0,98	-1,07

Моделирование траектории движения грузовика в зоне парковки проведено для шестнадцати последовательностей групп данных (x, φ, θ) . Функции принадлежности входных и выходной лингвистических переменных, представленные в виде нечетких чисел [4, 7] показаны на рис. 4 – 6, значения левой (а), верхней (b) и правой (с) границы которых приведены в табл. 2 – 4. Правила сформированные на основе представленных в табл. 1 групп данных и соответствующие им степени истинности, приведены в табл. 5.

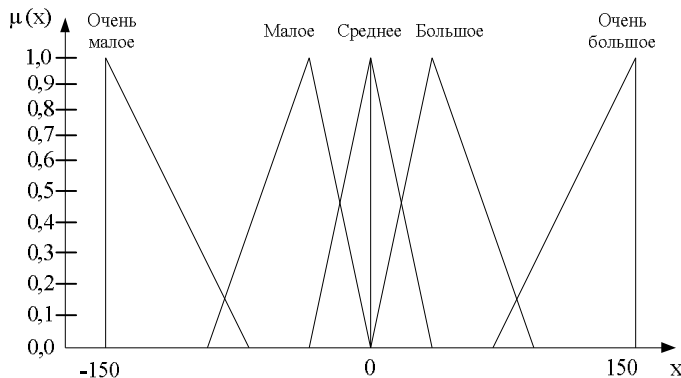


Рис. 4. График функции принадлежности для входной переменной «Расстояние», определяемое координатой x

Таблица 2

Значения функции принадлежности для терм-множеств переменной «Расстояние»

	a	b	c
Очень малое	-150	-150	-45
Малое	-90	-30	0
Среднее	-30	0	30
Большое	0	30	90
Очень большое	45	150	150

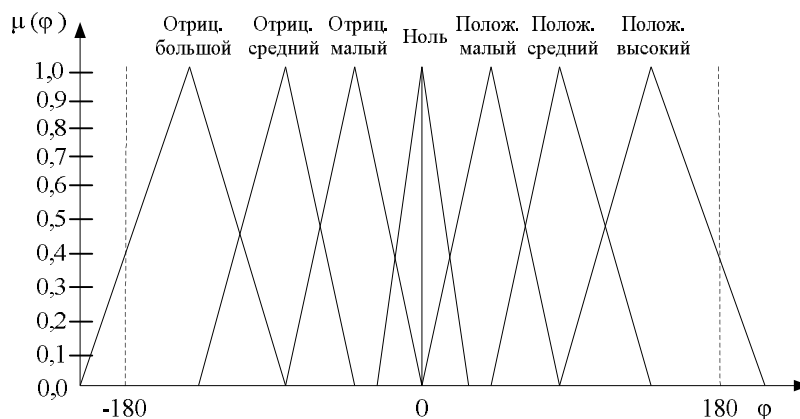


Рис. 5. График функции принадлежности для входной переменной «Угол положения» грузовика относительно оси y

Таблица 3

Значения функции принадлежности для терм-множеств переменной «Угол положения»

	a	b	c
Отр. большое	-205	-135	-90
Отр. средний	-135	-90	-30
Отр. малый	-90	-30	0
Ноль	-15	0	15
Полож. малый	0	30	90
Полож. средний	30	90	135
Полож. высокий	90	135	205

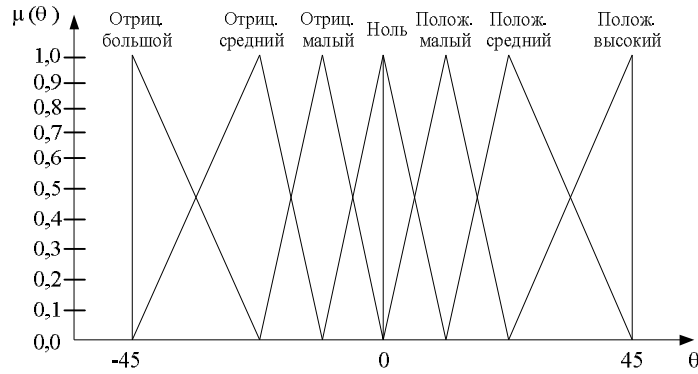


Рис. 6. График функции принадлежности для выходной переменной «Угол поворота» колес грузовика

Таблица 4

Значения функции принадлежности для терм-множеств переменной «Угол поворота»

	a	b	c
Отр. большое	-45,0	-45,0	-15,0
Отр. средний	-45,0	-15,0	-7,5
Отр. малый	-15,0	-7,5	0,0
Ноль	-7,5	0,0	7,5
Полож. малый	0,0	7,5	15,0
Полож. средний	7,5	15,0	45,0
Полож. высокий	15,0	45,0	45,0

Таблица 5

База нечетких правил формирования траектории движения грузовика

i	Если		То θ это	Степень истинности
	x это	y это		
0	Очень малое	Отр. большое	Полож. высокий	0,19
1	Очень малое	Полож. высокий	Полож. высокий	0,23
2	Очень малое	Полож. высокий	Полож. средний	0,24
3	Очень малое	Полож. высокий	Полож. средний	0,11
4	Малое	Полож. средний	Полож. средний	0,21
5	Малое	Полож. средний	Полож. средний	0,37
6	Малое	Полож. средний	Полож. средний	0,39
7	Малое	Полож. средний	Полож. средний	0,46
8	Малое	Полож. малый	Полож. средний	0,32
9	Среднее	Полож. малый	Полож. средний	0,54
10	Среднее	Полож. малый	Полож. средний	0,69
11	Среднее	Полож. малый	Полож. средний	0,43
12	Среднее	Ноль	Полож. малый	0,39
13	Среднее	Ноль	Ноль	0,64
14	Среднее	Ноль	Ноль	0,62
15	Среднее	Ноль	Ноль	0,61
16	Среднее	Ноль	Ноль	0,69
17	Среднее	Ноль	Ноль	0,80

Процесс формирования правил в соответствии с предложенным алгоритмом в значительной степени зависит от размещения функций принадлежности нечетких множеств.

Реализация данного алгоритма при управлении маневрированием грузовика в зоне осуществления разгрузочных работ позволила получить траектории движения грузовика на причалах № 4, 10, 18 ГП ММТП при разгрузке слябов (рис. 7а, 7б).

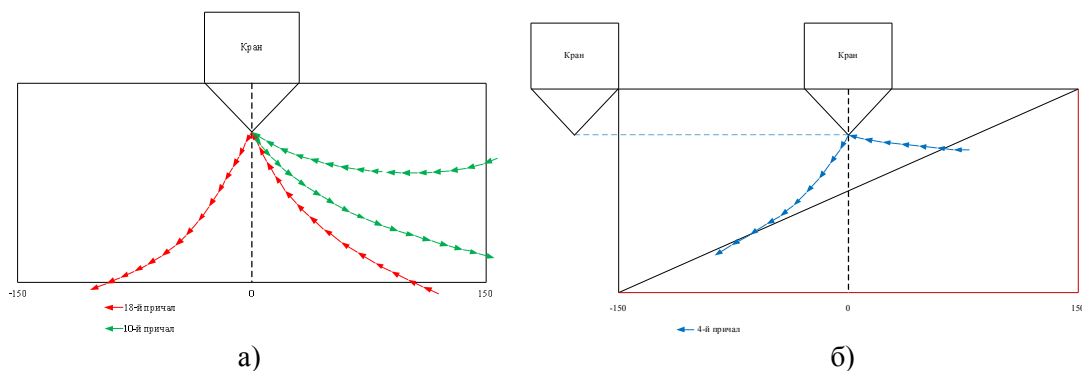


Рис. 7. а) траектория движения грузовика, управляемого предложенной нечеткой системой на причалах № 10 и 18; б) траектория движения грузовика, управляемого предложенной нечеткой системой на причале № 4

Выводы

1. Управление логистической цепью доставки экспортной продукции в ГП ММТП характеризуется слабо формализованными задачами принятия решений, отличающимися нечеткими условиями, критериями и целями.

2. С целью повышения уровня транспортного обслуживания грузопотоков предложена модель нечеткого управления, реализующая нечеткий логический вывод траектории парковки автотранспорта на грузовых фронтах морского порта.

3. Использование предложенного моделирования траектории движения грузовика в зоне парковки на грузовых фронтах ГП ММТП позволяет повысить эффективность управления транспортным обслуживанием грузопотоков за счет организации рационального движения автотранспорта по территории порта.

1. Губенко В.К. Адаптация транспорта металлопотоков к изменяющейся экономической среде / В.К. Губенко, И.В. Николаенко, А.В. Тарасенко – Донецк : Вебер, 2009. – 236 с. – (Монография / НАН Украины, Институт экономики промышленности).
2. Лямзін А.О. Ефективність транспортної системи промислового району в припортовому логістичному ланцюгу поставки зернових: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / А.О. Лямзін. – Харків, 2008. – 21 с.
3. Губенко В.К. Эффективность функционирования логистической системы доставки грузов автотранспортом / В.К. Губенко, Я.И. Нефёдова, А.А. Лямзин // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2007. – № 17. – С. 204 – 208.
4. Нефёдова Я.И. Логистическое управление транспортным обслуживанием системы «металлургическое предприятие – порт» в реальном режиме времени: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.22.01 / Нефёдова Яна Игоревна. – Х., 2010. – 155 с.
5. Нефёдова Я.И. Логистическое управление транспортной системой «металлургическое предприятие – порт» в режиме реального времени / Я.И. Нефёдова // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2010. – № 21. – С. 132 – 135.
6. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / Леоненков А.В. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
7. Рутковская Д. Неронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л.; пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 452 с.