

Факультет _____ Электроники и вычислительной техники _____
Кафедра Системы автоматизированного проектирования и поискового
конструирования

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА к курсовой работе (проекту)

по дисциплине _____ Методы анализа нечеткой информации _____
на тему _____ Нечеткая модель управления вилочным погрузчиком _____

Студент _____ Титов Алексей Константинович _____
(фамилия, имя, отчество)

Группа _____ ИВТ - 360 _____

Руководитель работы (проекта) _____ Коробкин Д.М. _____
(подпись и дата подписания) (инициалы и фамилия)

Члены комиссии:

_____ (подпись и дата подписания) _____ (инициалы и фамилия)

_____ (подпись и дата подписания) _____ (инициалы и фамилия)

_____ (подпись и дата подписания) _____ (инициалы и фамилия)

Нормоконтролер _____ Коробкин Д.М. _____
(подпись, дата подписания) (инициалы и фамилия)

Волгоград 2016 г.

Курсовая работа	ФИО	Титов А.К.
	Группа	ИВТ 360
	Предмет	Методы анализа нечеткой информации
	Вариант	15

Цель работы

Постановка задачи

Нечеткая модель управления **вилочным погрузчиком**.

Не менее 4 входных лингвистических переменных и 2 выходных.

Реализовать 4 варианта нечеткой системы всех сочетаний свойств системы:

- Число термов переменных (**усеченное** (2-3) или **полное** (4-7))
- Описание правил (**грубое** или **приближенное к реальному**)

Описание предметной области

Вилочный погрузчик Komatsu FB18-12

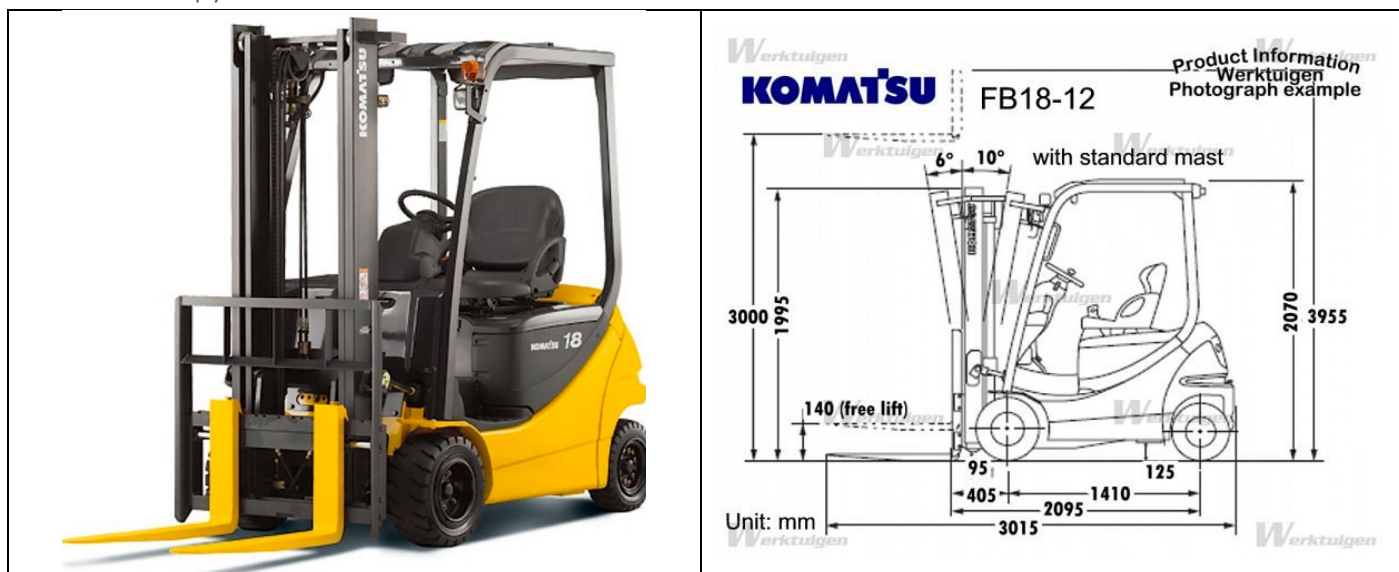


Рисунок 1.Изображение погрузчика Komatsu FB18-12

Технические характеристики:

Номинальная грузоподъемность	1750 кг
Центр приложения нагрузки	500 мм
Стандартная высота подъема	3000 мм
Высота по верхнему ограждению	2070 мм
Длина до передней поверхности вил	2095 мм
Ширина по шинам	1110 мм
Ширина прохода при штабелировании под прямым углом, с поддоном Д1200хШ800	3190 мм
Тяговый электродвигатель (переменного тока)	4.5x2 кВт
Максимальная скорость перемещения	16 км/ч
Электродвигатель насоса (переменного тока)	9.0 кВт
Напряжение аккумуляторной батареи	48 В
Мин. емкость аккумуляторной батареи	402 А•ч/5ч

Краткое описание системы

Вилочный погрузчик представляет из себя транспортное средство, оснащенное специальной установкой с вилами, использующуюся для поднятия грузов, находящихся на деревянных поддонах.

Для упрощения системы абстрагируемся от рычагов и переключателей и опишем управление вилочным погрузчиком при помощи упрощенных переменных.

Описание системы

Входные и выходные переменные нечеткой системы

Пояснение к таблице: **зеленым** цветом выделены **базовые термы**, представляющие в совокупности усеченное множество термов. **Выходные переменные** помечены **оранжевым цветом**. Англоязычные сокращенные наименования используются при реализации системы в MathLab.

Наименование переменной	Англоязычное сокращенное наименование	Область определения	Единицы измерения	Наименование термина переменной	Англоязычное сокращенное наименование
Вес груза	CargoWeight	[1;1750]	кг	Низкий	Low
				Средний	Medium
				Высокий	High
				Очень высокий	VeryHigh
Надежность фиксации груза на поддоне	LoadSecuring	[0; 100]	%	Очень низкая	VeryLow
				Низкая	Low
				Удовлетворительная	Satisfactory
				Высокая	High
Уровень топлива	FuelLevel	[0;100]	%	Очень высокая	VeryHigh
				Минимальный	Minimal
				Низкий	Low
				Средний	Medium
Высота поднятия вил при передвижении с грузом	HeightOfLiftingForks	[0;3000]	мм	Высокий	High
				Максимальный	Maximal
				Очень низкая	VeryLow
				Низкая	Low
Скорость передвижения погрузчика	TruckSpeed	[0; 16]	км/ч	Средняя	Medium
				Высокая	High
				Максимальная	Maximal
				Минимальная	Minimal
Вероятность инцидента	ProbabilityOfIncident	[0;100]	%	Очень низкая	VeryLow
				Низкая	Low
				Средняя	Medium
				Высокая	High
				Очень высокая	VeryHigh

Вспомогательная информация

Англоязычные наименования

Так как моя версия MathLab не работает с русскоязычными наименованиями, в ней будут использованы их англоязычные аналоги

Пояснения к наборам правил

Всего в данной работе представлено 4 варианта системы:

- 1) Усеченное число термов + грубое описание системы
- 2) Усеченное число термов + реалистичное описание системы
- 3) Полное число термов + грубое описание системы
- 4) Полное число термов + реалистичное описание системы

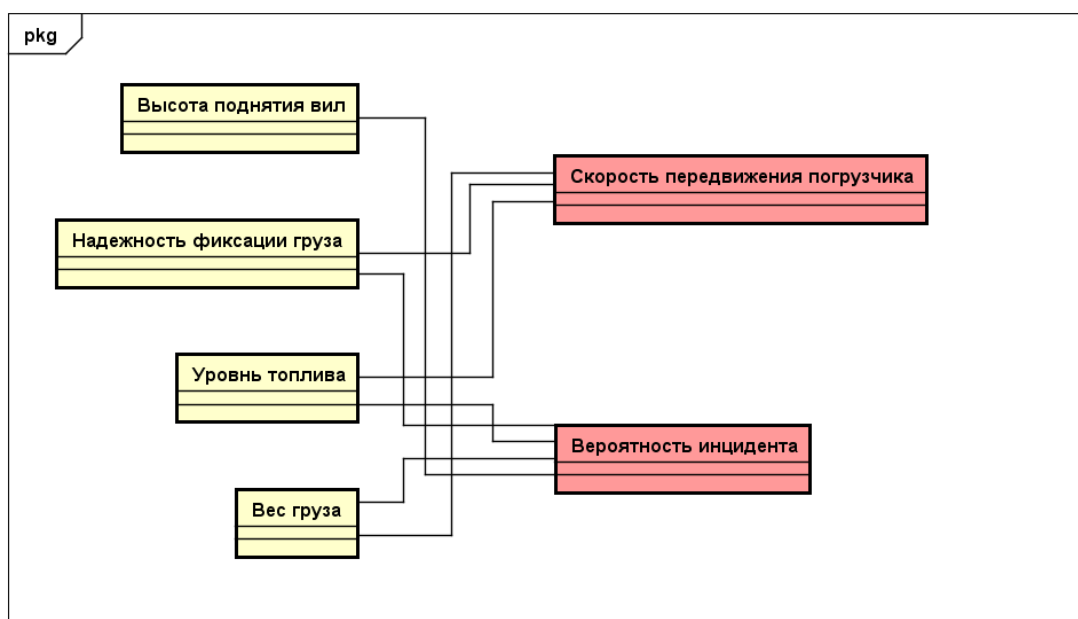
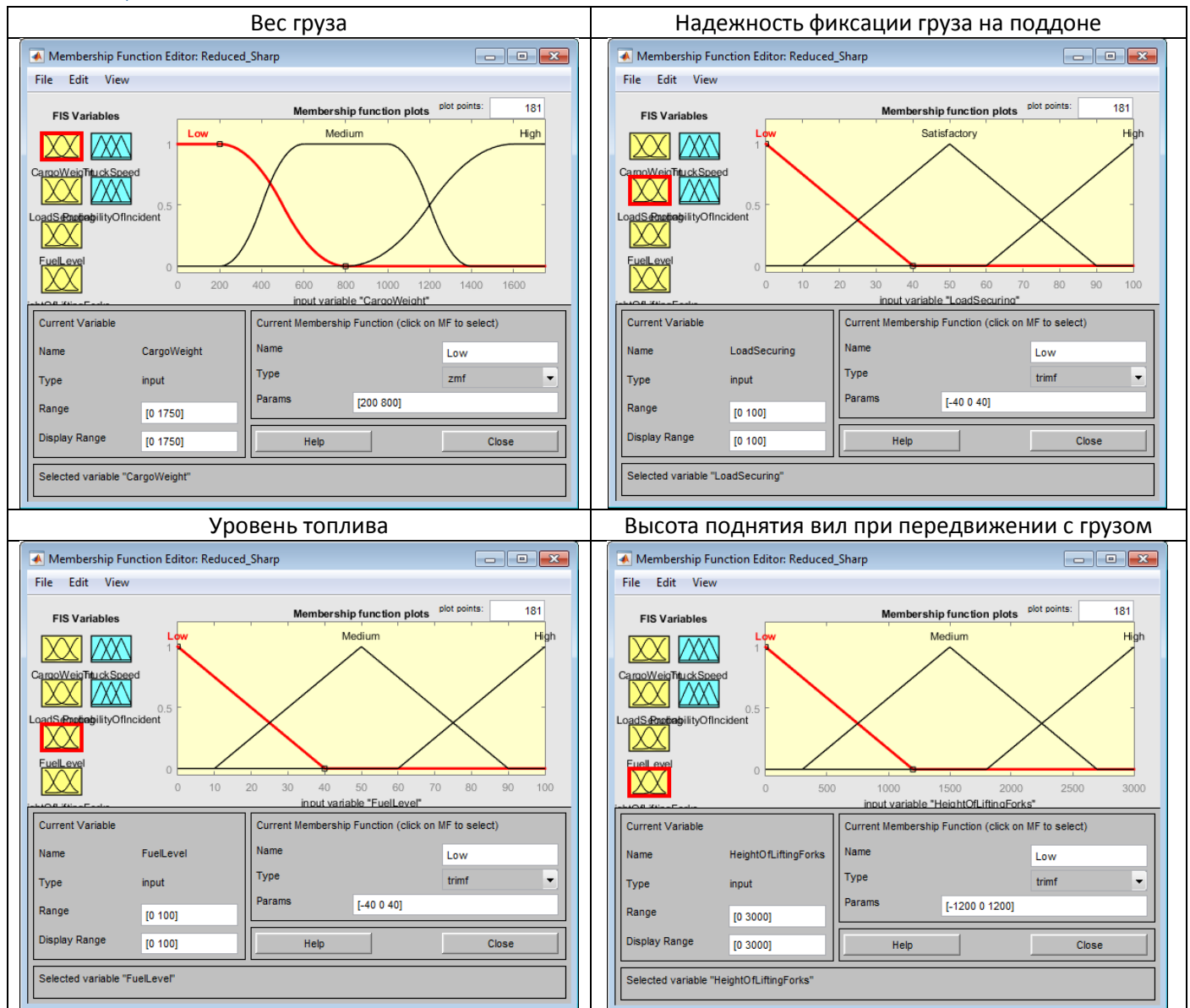


Рисунок 2. Схема зависимостей между входными и выходными переменными

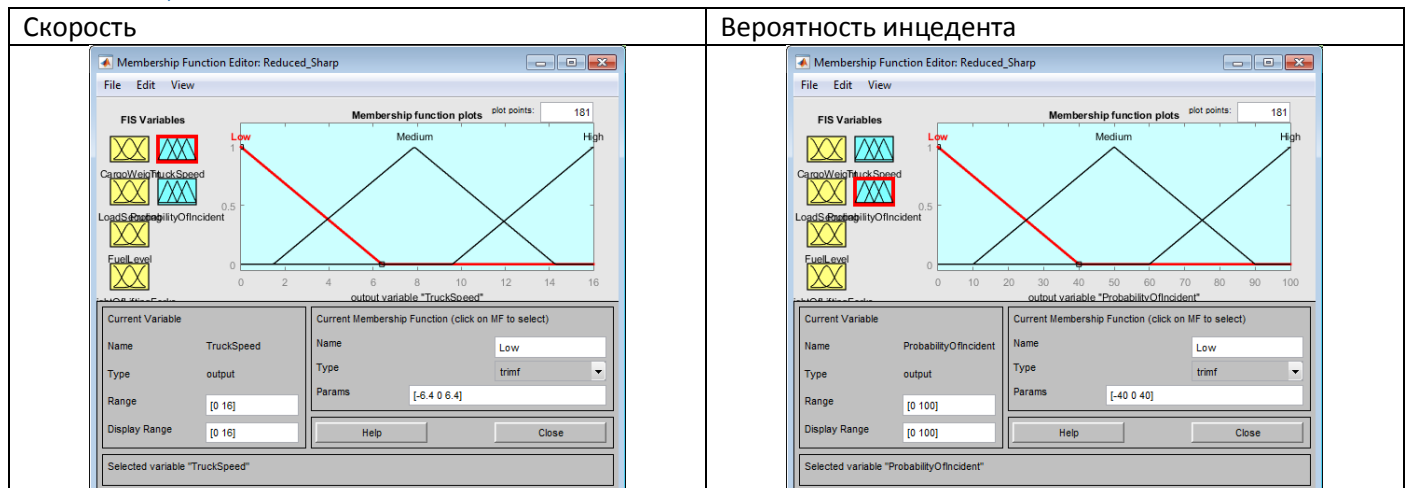
Реализация системы

1) Усеченное число термов + грубое описание системы

Входные переменные системы



Выходные переменные системы



Грубое описание системы

Входные переменные				Выходные переменные	
CargoWeight	LoadSecuring	FuelLevel	HeightOfLiftingForks	TruckSpeed	ProbabilityOfIncident

1. If (CargoWeight is Low) and (LoadSecuring is Low) and (FuelLevel is Low) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (TruckSpeed is Low)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
2. If (CargoWeight is Medium) and (LoadSecuring is Satisfactory) and (FuelLevel is Medium) and (HeightOfLiftingForks is Medium) then (TruckSpeed is Medium)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
3. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is High) and (FuelLevel is High) and (HeightOfLiftingForks is High) then (TruckSpeed is Medium)(ProbabilityOfIncident is Medium) (1)
4. If (CargoWeight is Low) and (LoadSecuring is High) and (FuelLevel is High) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (TruckSpeed is Low)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
5. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is Low) and (FuelLevel is Medium) and (HeightOfLiftingForks is High) then (TruckSpeed is Medium)(ProbabilityOfIncident is High) (1)
6. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is High) and (FuelLevel is Low) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (TruckSpeed is Low)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
7. If (CargoWeight is Medium) and (LoadSecuring is Low) and (FuelLevel is Medium) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (TruckSpeed is Medium)(ProbabilityOfIncident is Medium) (1)
8. If (CargoWeight is not High) and (LoadSecuring is not High) and (FuelLevel is not Low) and (HeightOfLiftingForks is not High) then (TruckSpeed is not Low)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
9. If (LoadSecuring is Low) then (ProbabilityOfIncident is not Low) (1)

Рисунок 3 Списки правил

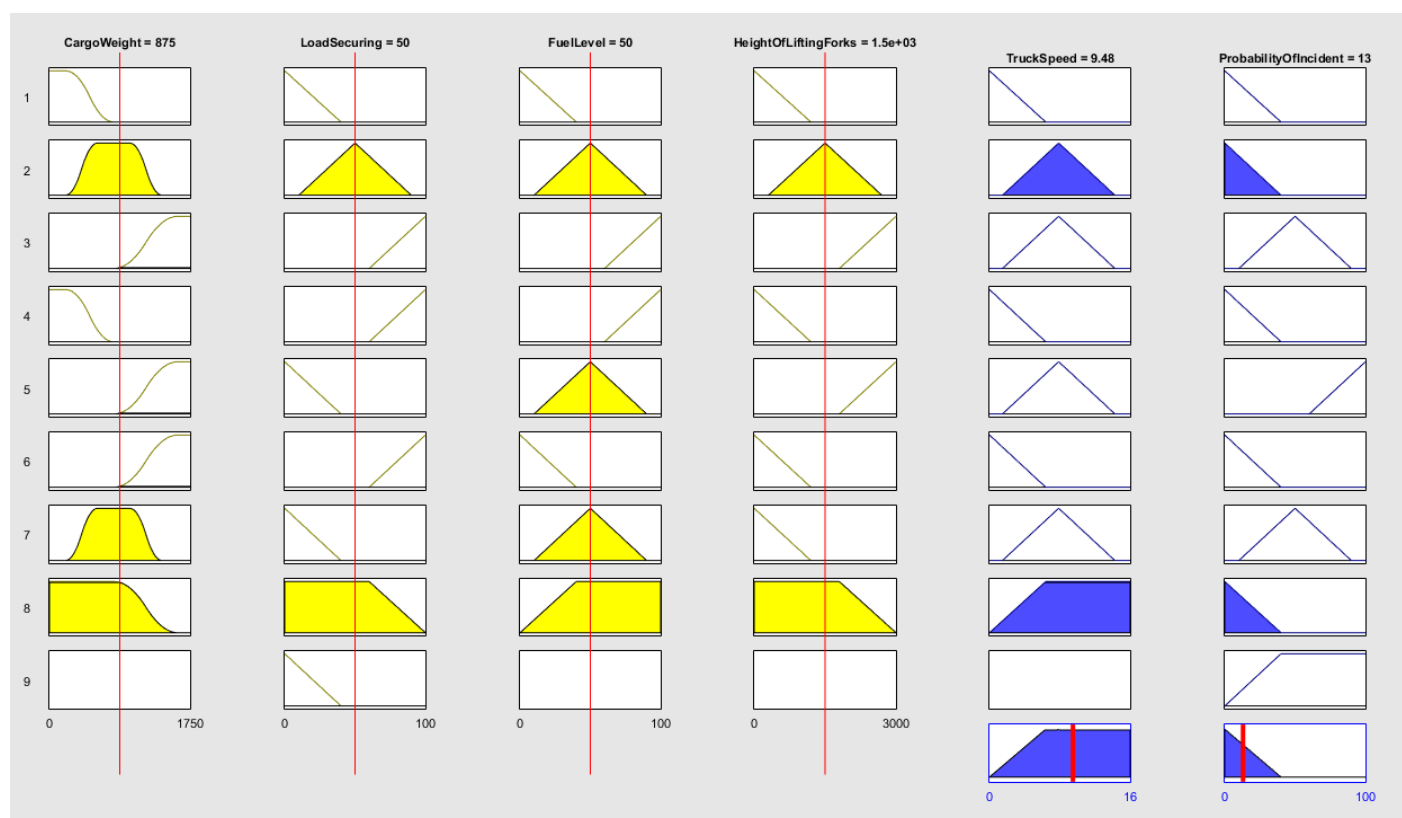
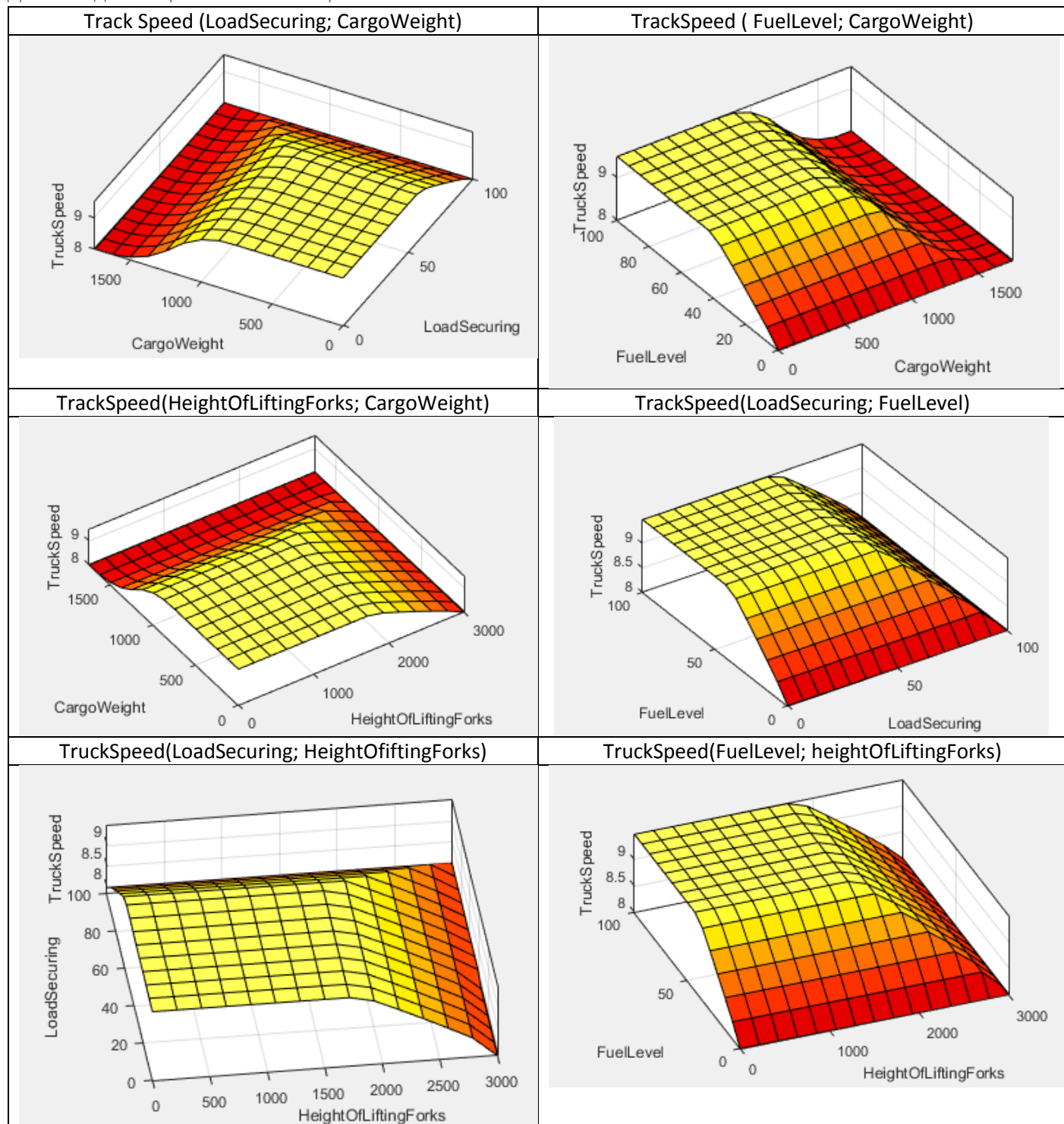
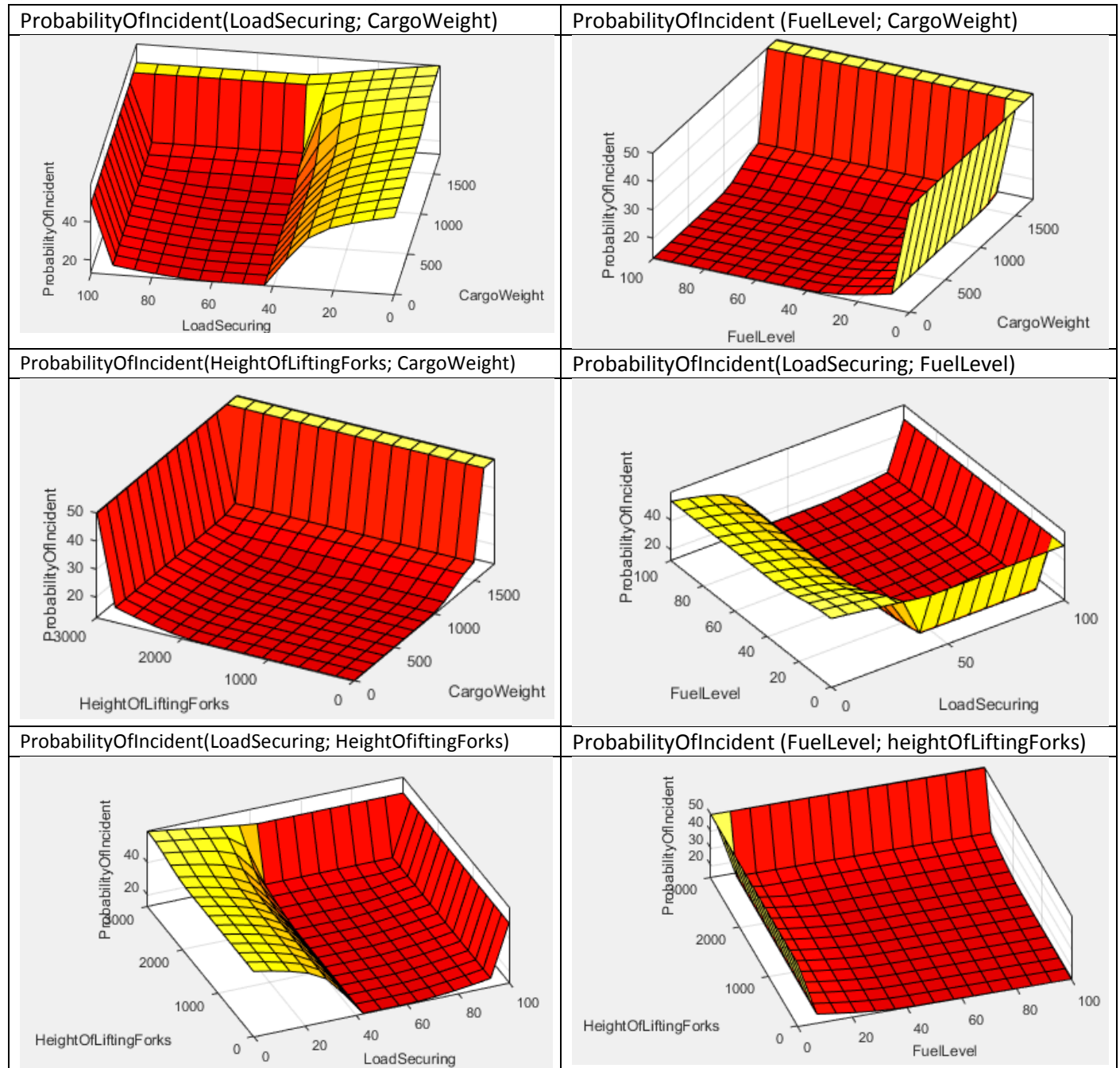


Рисунок 4 Диаграмма нечеткого вывода



Для выходной переменной ProbabilityOfIncident



2) Усеченное число термов + реалистичное описание системы

Реалистичное описание системы

1. If (CargoWeight is Low) and (LoadSecuring is Low) and (FuelLevel is Low) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (TruckSpeed is Low)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
2. If (CargoWeight is Medium) and (LoadSecuring is Satisfactory) and (FuelLevel is Medium) and (HeightOfLiftingForks is Medium) then (TruckSpeed is Medium)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
3. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is High) and (FuelLevel is High) and (HeightOfLiftingForks is High) then (TruckSpeed is Medium)(ProbabilityOfIncident is Medium) (1)
4. If (CargoWeight is Low) and (LoadSecuring is High) and (FuelLevel is High) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (TruckSpeed is Low)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
5. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is Low) and (FuelLevel is Medium) and (HeightOfLiftingForks is High) then (TruckSpeed is Medium)(ProbabilityOfIncident is High) (1)
6. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is High) and (FuelLevel is Low) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (TruckSpeed is Low)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
7. If (CargoWeight is Medium) and (LoadSecuring is Low) and (FuelLevel is Medium) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (TruckSpeed is Medium)(ProbabilityOfIncident is Medium) (1)
8. If (CargoWeight is not High) and (LoadSecuring is not High) and (FuelLevel is not Low) and (HeightOfLiftingForks is not High) then (TruckSpeed is not Low)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
9. If (LoadSecuring is Low) then (ProbabilityOfIncident is not Low) (1)
10. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is Low) then (ProbabilityOfIncident is High) (1)
11. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is Low) and (HeightOfLiftingForks is High) then (ProbabilityOfIncident is High) (1)
12. If (CargoWeight is Medium) and (LoadSecuring is Satisfactory) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (ProbabilityOfIncident is Low) (1)
13. If (CargoWeight is Medium) and (LoadSecuring is Satisfactory) and (HeightOfLiftingForks is Medium) then (ProbabilityOfIncident is Low) (1)
14. If (CargoWeight is Medium) and (LoadSecuring is Satisfactory) and (HeightOfLiftingForks is High) then (ProbabilityOfIncident is Medium) (1)
15. If (CargoWeight is not High) and (LoadSecuring is High) then (ProbabilityOfIncident is Low) (1)
16. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is not High) and (HeightOfLiftingForks is not High) then (ProbabilityOfIncident is Medium) (1)

Рисунок 5. Списки правил

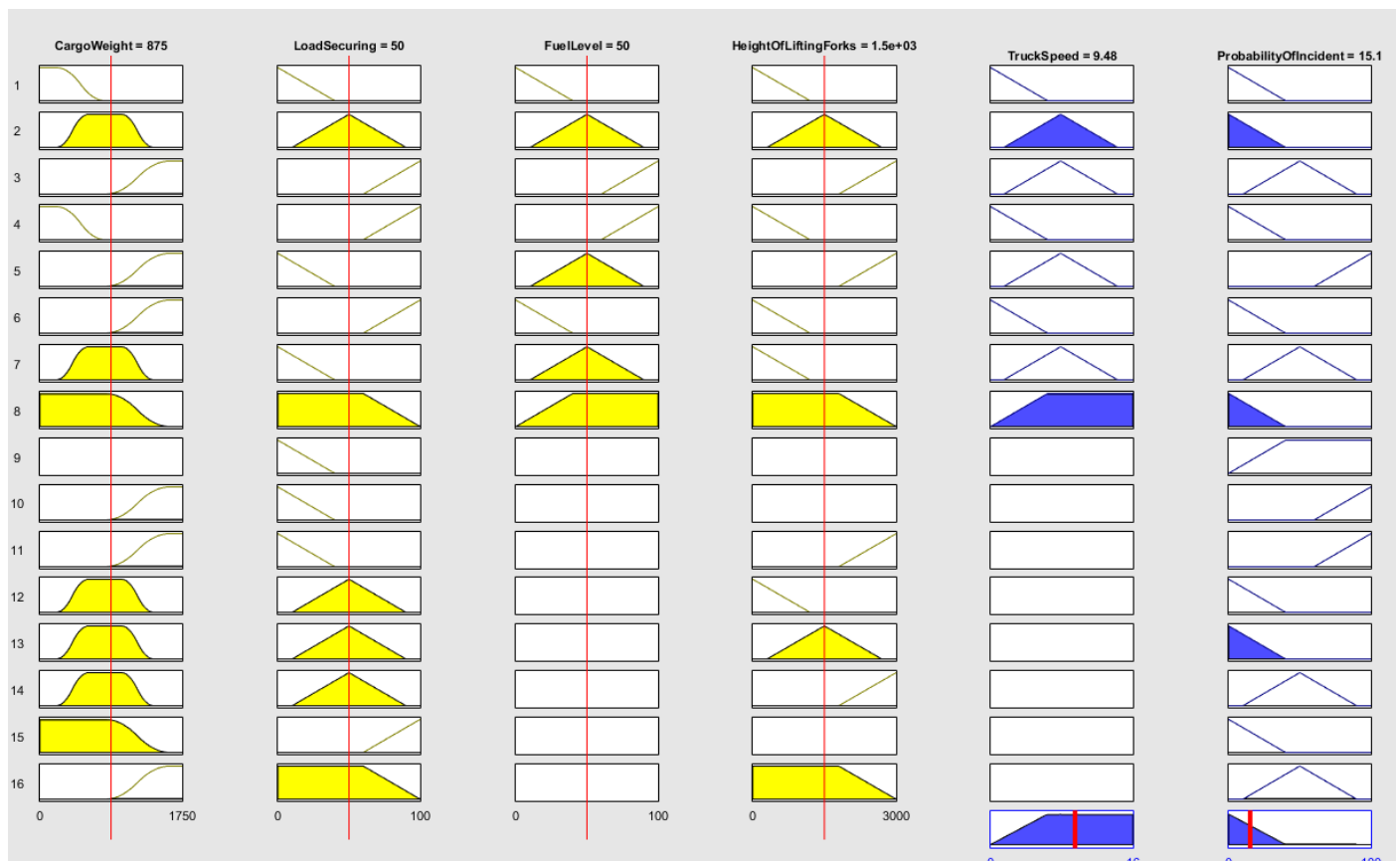
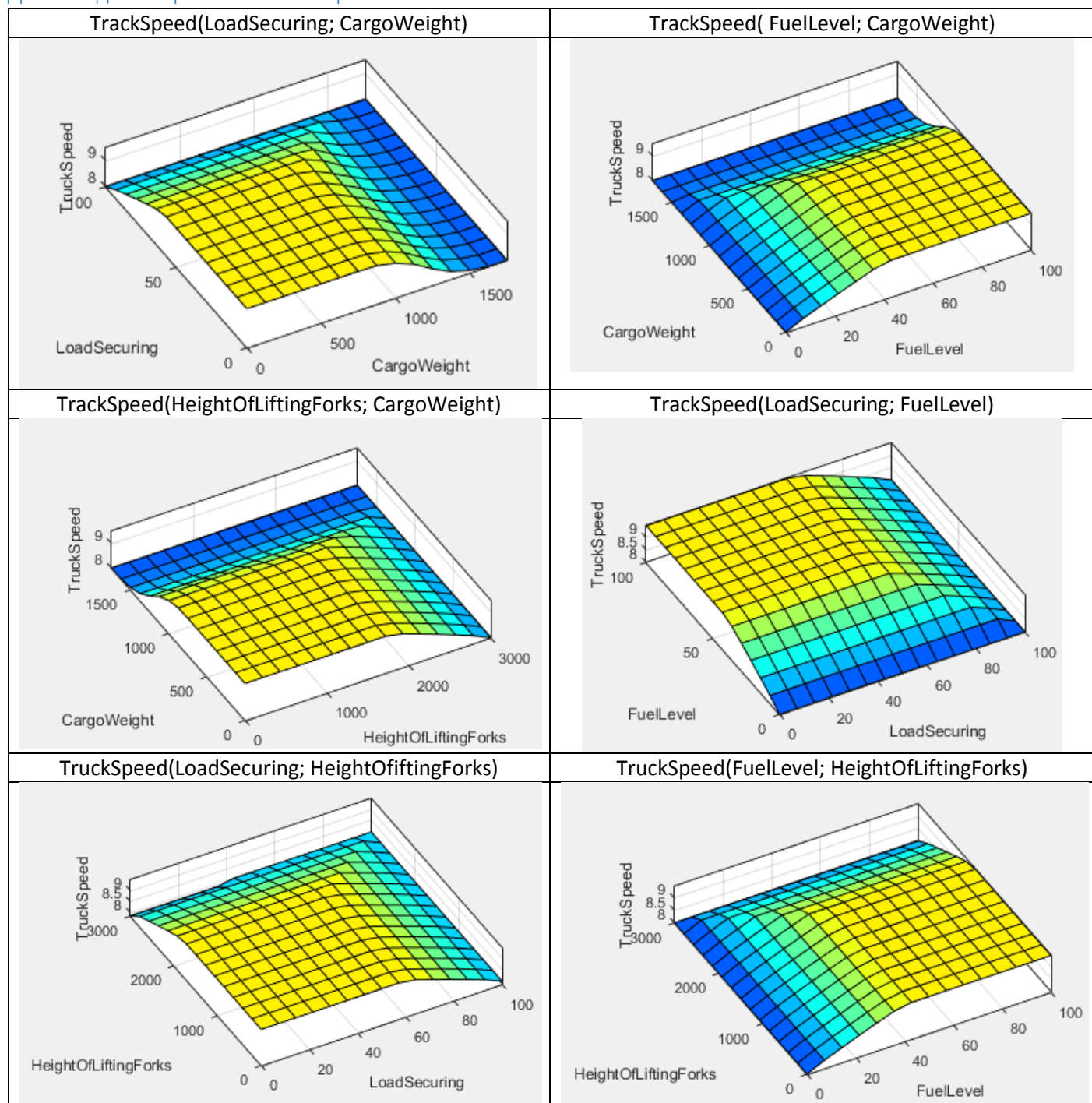


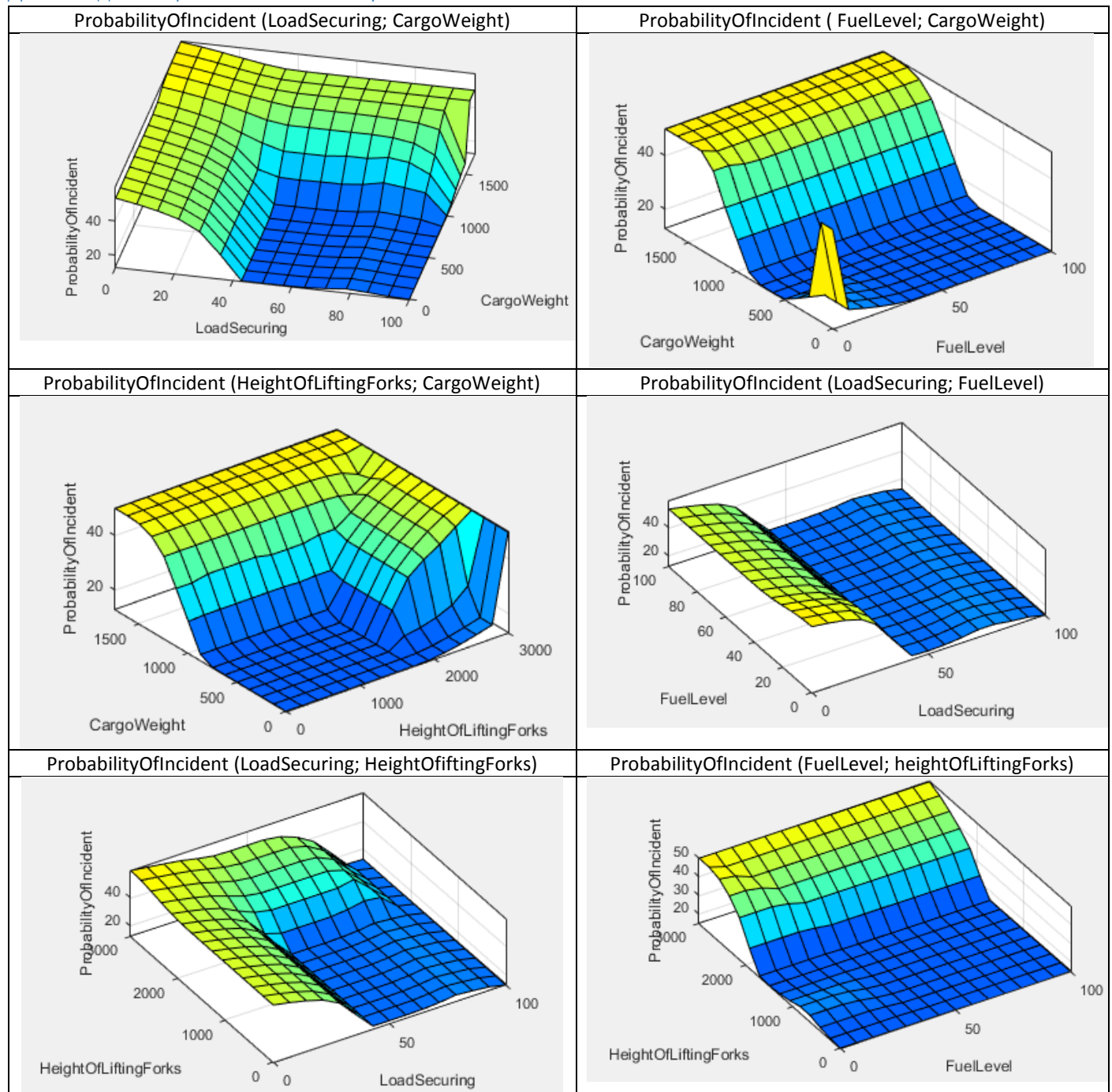
Рисунок 6. Диаграмма нечеткого вывода



Выводы

Похожа не аналогичный вариант с грубыми правилами, т.к. в нем оказались хорошие правила для этой переменной. Все мои дальнейшие добавления лишь немного изменяют эти формы.

Для выходной переменной ProbabilityOfIncident

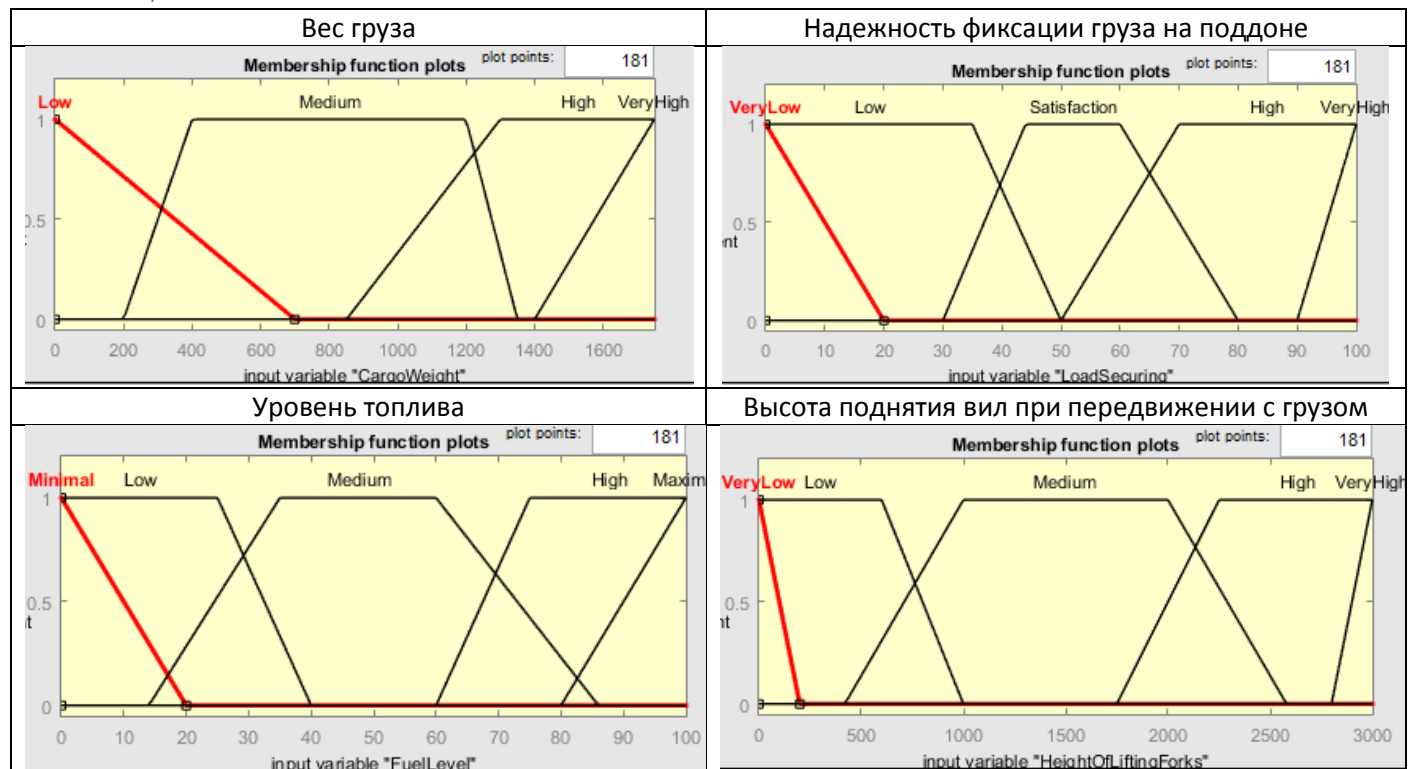


Выводы

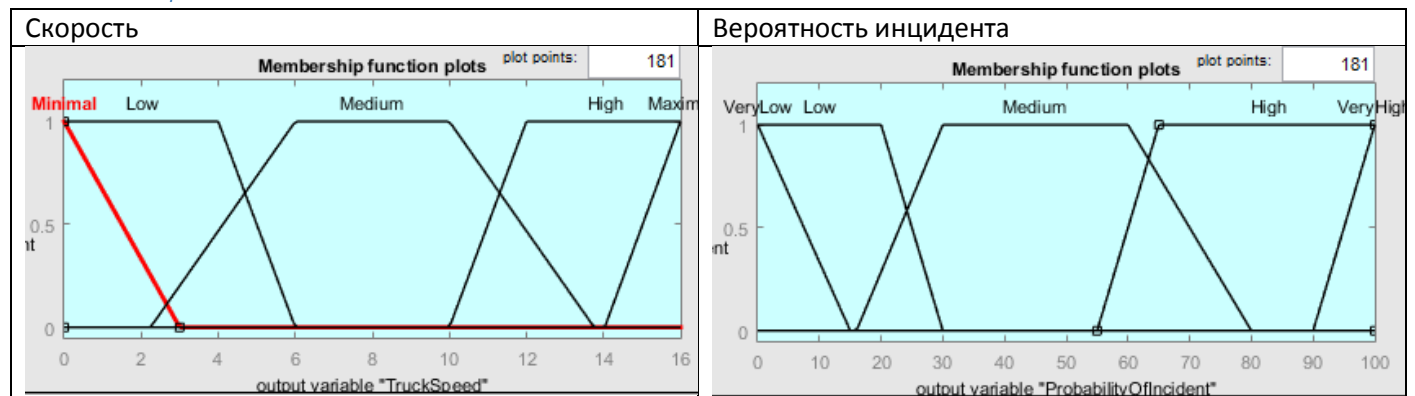
Для этой переменной ситуация гораздо лучше. Получилось при помощи доп. Правил получить гладкие формы и убрать некоторые аномальные выводы.

3) Полное число термов + грубое описание системы

Входные переменные системы



Выходные переменные системы



Грубое описание системы

Входные переменные				Выходные переменные	
CargoWeight	LoadSecuring	FuelLevel	HeightOfLiftingForks	TruckSpeed	ProbabilityOfIncident

1. If (CargoWeight is Low) and (LoadSecuring is VeryLow) and (FuelLevel is Minimal) and (HeightOfLiftingForks is VeryLow) then (TruckSpeed is Minimal)(ProbabilityOfIncident is VeryLow) (1)
2. If (CargoWeight is Low) and (LoadSecuring is Low) and (FuelLevel is Low) and (HeightOfLiftingForks is Low) then (TruckSpeed is High)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
3. If (CargoWeight is Medium) and (LoadSecuring is Satisfaction) and (FuelLevel is Medium) and (HeightOfLiftingForks is Medium) then (TruckSpeed is High)(ProbabilityOfIncident is Low) (1)
4. If (CargoWeight is High) and (LoadSecuring is High) and (FuelLevel is High) and (HeightOfLiftingForks is High) then (TruckSpeed is Medium)(ProbabilityOfIncident is Medium) (1)
5. If (CargoWeight is VeryHigh) and (LoadSecuring is VeryHigh) and (FuelLevel is Maximal) and (HeightOfLiftingForks is VeryHigh) then (TruckSpeed is Low)(ProbabilityOfIncident is High) (1)
6. If (CargoWeight is VeryHigh) or (LoadSecuring is VeryLow) or (HeightOfLiftingForks is VeryHigh) then (ProbabilityOfIncident is High) (1)
7. If (CargoWeight is Low) then (ProbabilityOfIncident is Low) (1)
8. If (CargoWeight is VeryHigh) then (TruckSpeed is not High) (1)
9. If (FuelLevel is Minimal) then (TruckSpeed is Minimal) (1)
10. If (CargoWeight is not VeryHigh) and (FuelLevel is Maximal) and (HeightOfLiftingForks is not VeryHigh) then (TruckSpeed is High) (1)
11. If (CargoWeight is not VeryHigh) and (HeightOfLiftingForks is not High) then (TruckSpeed is Low) (1)
12. If (CargoWeight is not VeryHigh) and (LoadSecuring is VeryLow) and (HeightOfLiftingForks is VeryHigh) then (TruckSpeed is Low)(ProbabilityOfIncident is VeryHigh) (1)

Рисунок 7. Списки правил

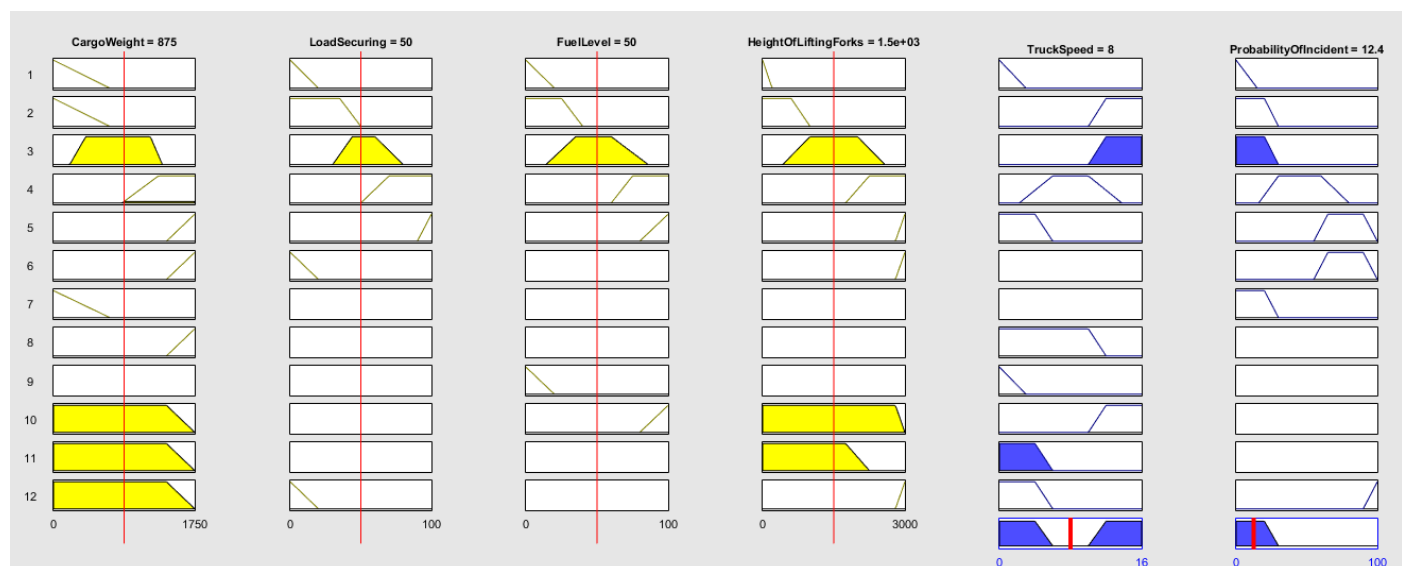
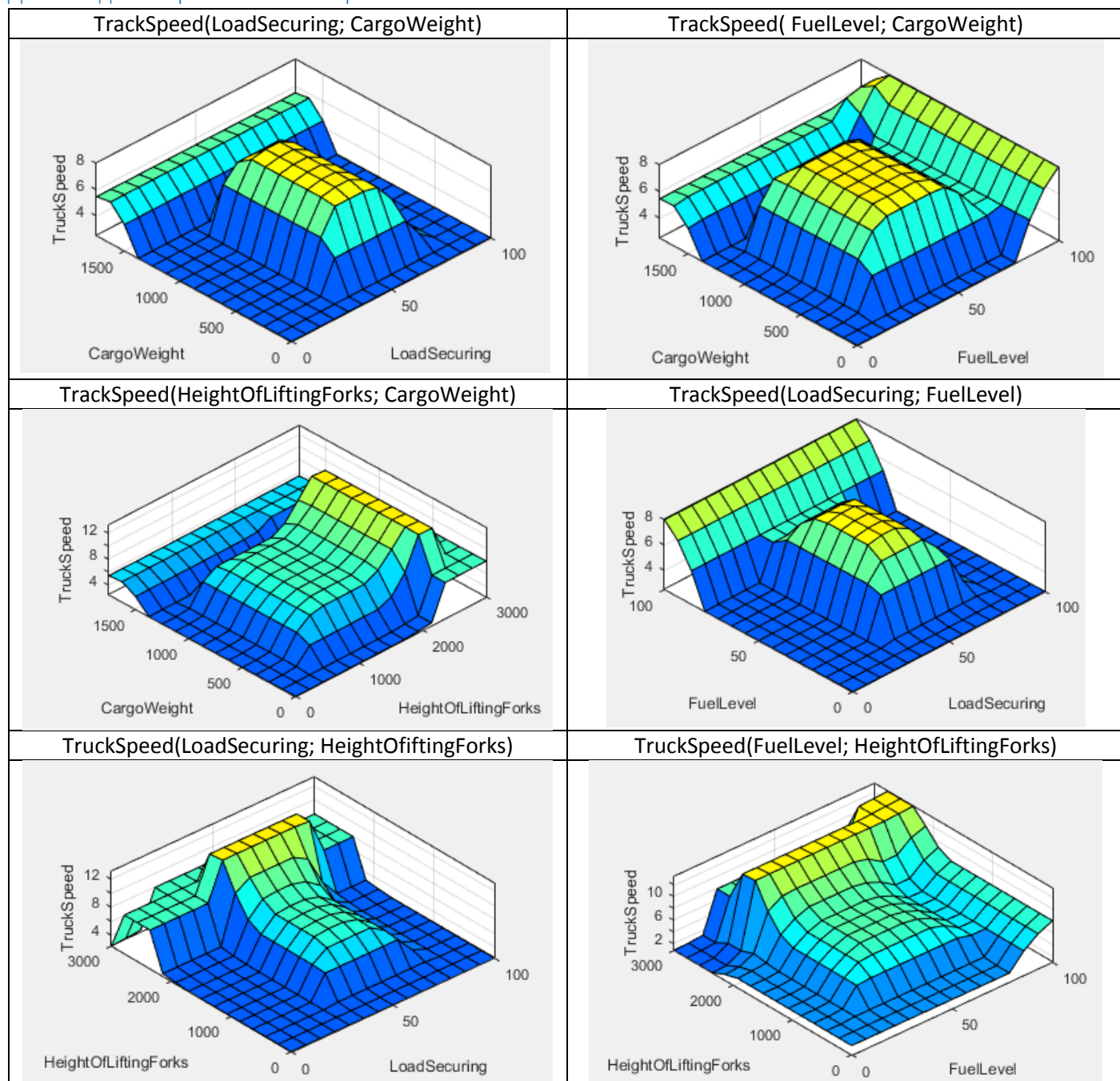


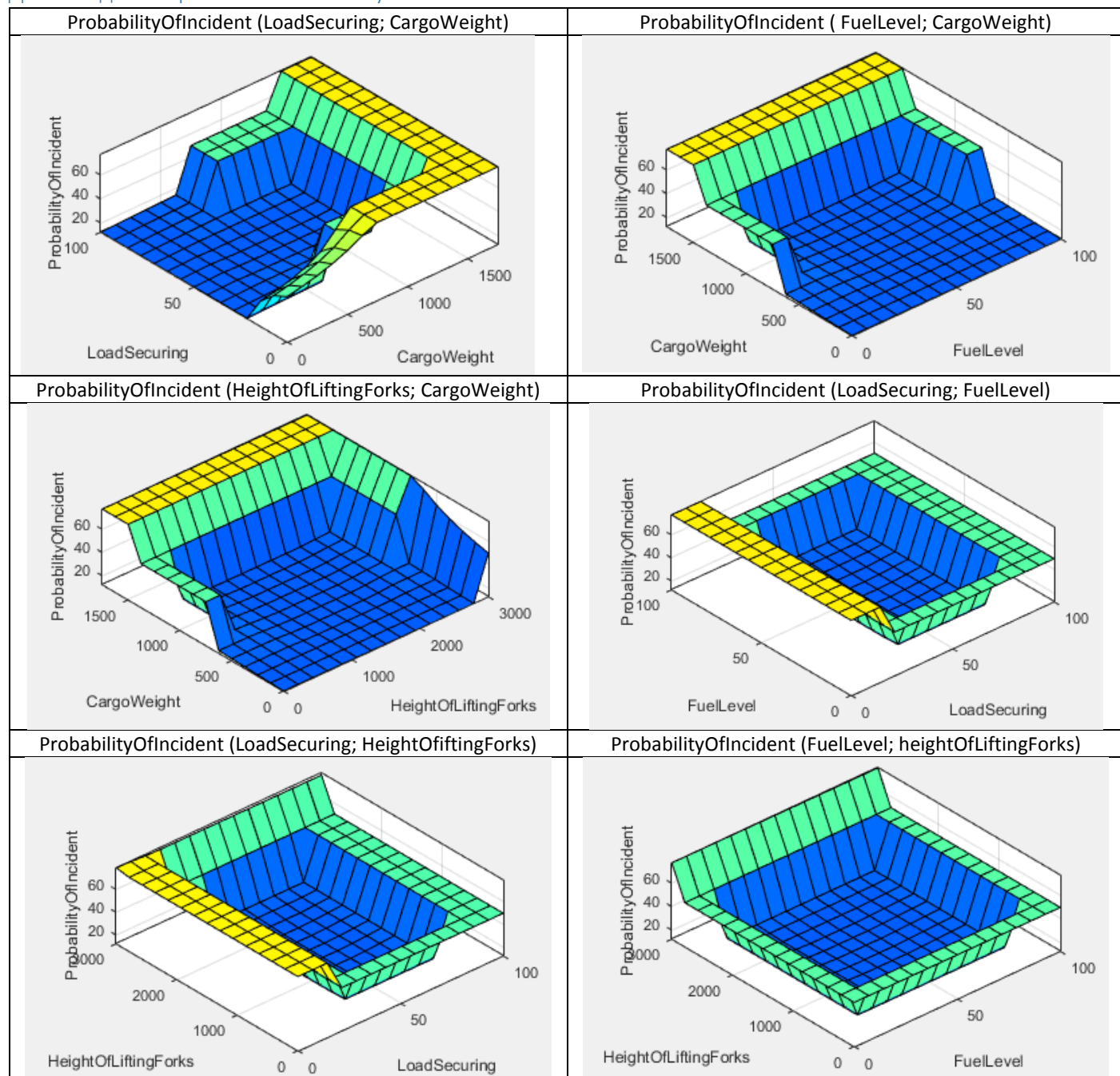
Рисунок 8. Диаграмма нечеткого вывода



Выводы

Недостаточно правил для полноценного корректного описания системы.

Для выходной переменной ProbabilityOfIncident



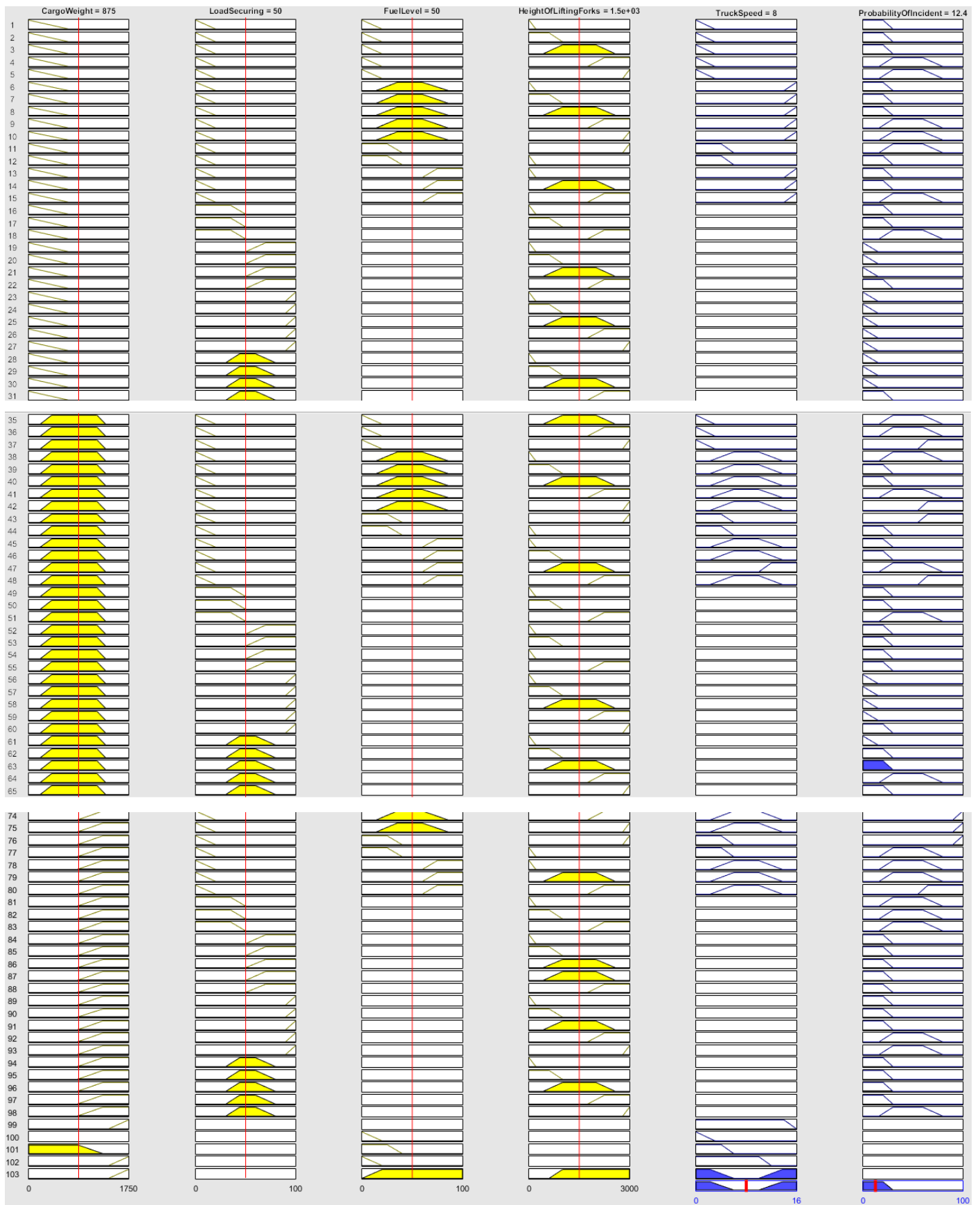
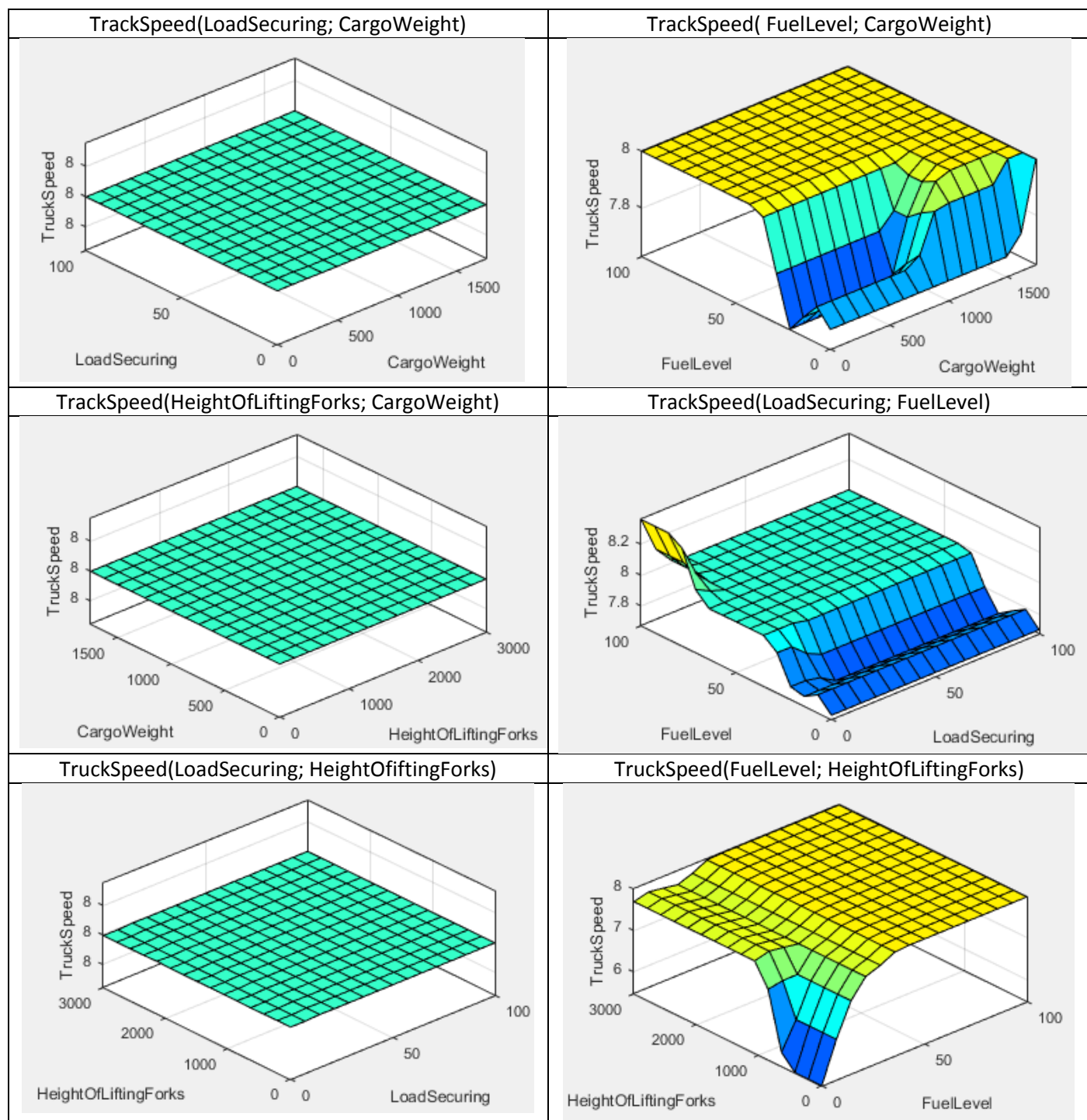


Рисунок 10 Диаграмма нечеткого вывода

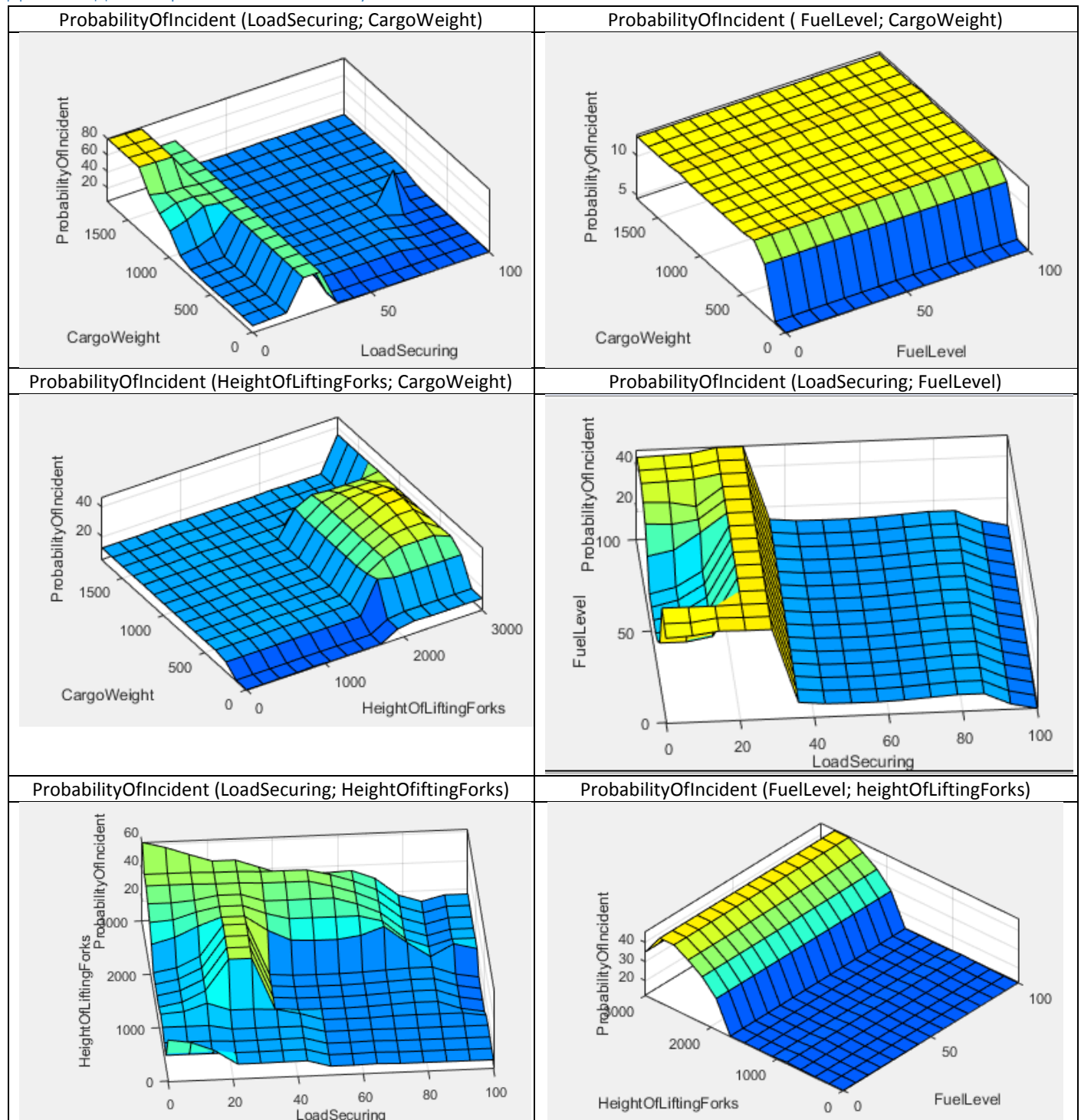
Поверхности нечеткого вывода

Для выходной переменной TrackSpeed

Пояснения: во время заполнения правил, у меня изменился взгляд на взаимосвязь некоторых переменных друг на друга. К примеру, высота подъема вил не сильно влияет на возможную скорость.



Для выходной переменной ProbabilityOfIncident



Выводы

Составление слишком большого количества правил может сбить эксперта с толку. Количество правил ничего не стоит по сравнению с их качеством.

Выводы

Степень детализации представления входного пространства влияет на число различных подобластей в результирующей поверхности.

Число правил влияет на детализацию системы.

Составление полного набора правил представляет серьезную проблему для задач большой размерности (по числу переменных и их термов).

Привести собственный пример системы нечеткой логики

Описание задачи

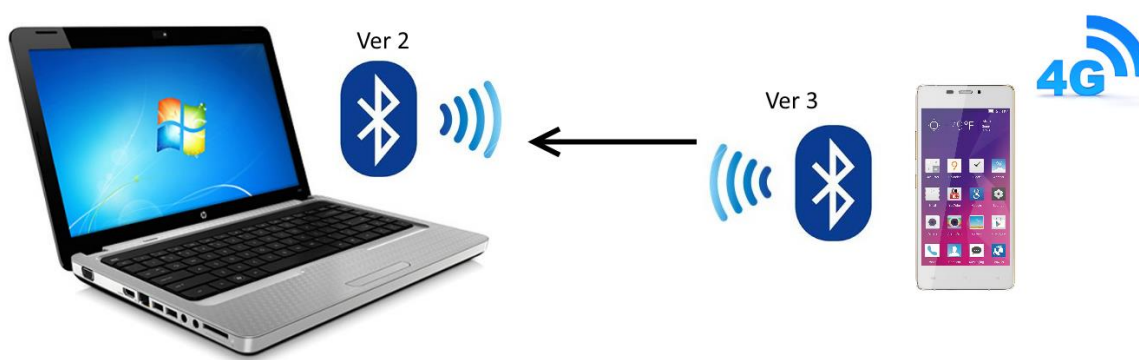


Рисунок 11. Краткое пояснение к задаче

Мистер А обладает ноутбуком с поддержкой Bluetooth технологии. Совсем недавно он купил смартфон с поддержкой 4G и Bluetooth. Мистер А любит программировать на ноутбуке и ему часто требуется подключение к интернету, чтобы узнать ту или иную особенность решаемой задачи, языка программирования или Фреймворка. Но копировать результаты поиска (куски кода со stackoverflow и т.п.) со смартфона на ноутбук он не может и это сильно тормозит его работу. Мистер А решил подключить ноутбук к интернету при помощи Bluetooth. Какой максимальной скорости интернета на ноутбуке он сможет добиться при различных скоростях Bluetooth смартфона и ноутбука и 4G соединения? Постройте нечеткую модель для визуализации решения этой задачи.

Подсказка: скорость на ноутбуке будет определяться самым слабым звеном в этой цепи.

Входные и выходные переменные системы

Пояснения к таблице: зеленым цветом выделена выходная переменная.

Наименование переменной	Диапазон значений	Единицы измерения	Наименования термов
Скорость 4G подключения	[0;100]	Мбит/с	Очень низкая
			Низкая
			Средняя
			Высокая
			Очень высокая
Скорость передачи Bluetooth смартфона	[1;24]	Мбит/с	Очень низкая
			Низкая
			Средняя
			Высокая
			Очень высокая
Скорость приема Bluetooth ноутбука	[1;24]	Мбит/с	Очень низкая
			Низкая
			Средняя
			Высокая
			Очень высокая
Скорость интернета на ноутбуке	[0;24]	Мбит/с	Очень низкая
			Низкая
			Средняя
			Высокая
			Очень высокая