

ПРЕЗЕНТАЦІЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ НА ТЕМУ:  
“ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ  
ТРАНСФОРМАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ФАРБ”

Виконав: студент групи 1КН-19м Сілагін Є.О.

Керівник: д.т.н., проф. Перевозніков С.І.

Рецензент: к.т.н., доц. Романюк О.В.

# АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

В процесі експлуатації автомобіля виникає потреба відновити лако-фарбне покриття деяких кузовних деталей, або їх частин, наприклад, після аварії, або в результаті модернізації (т'юнінгу). При спробі використати для цього стандартну (за кодом або назвою кольорового відтінку) фарбу ми одержимо бажаний результат тільки для абсолютно нових автомобілів. В процесі експлуатації, під дією сонця, температури, бруду, кольоровий відтінок фарби суттєво змінюється – фарба «старіє». Цей процес залежить від багатьох чинників: часу експлуатації, кліматичної зони, гаражного чи атмосферного зберігання, застосування миючих засобів і т.д. Проблему вимушені вирішувати підбором «ремонтної» фарби із СМУК складових. Процес підбору довготривалий і затратний, так як потребує спеціального обладнання і кількох тестових проб, доведених до повного висихання, а результат повністю залежить від досвідченості маляра.

# МЕТА, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

- **Метою** даної роботи є зменшення трудовитрат в процесі прогнозування трансформації автомобільних фарб.
- **Об'єкт дослідження** – процес прогнозування трансформації автомобільних фарб.
- **Предмет дослідження** – технології, алгоритми та програмні засоби для прогнозування трансформації автомобільних фарб.

# ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

- проаналізувати існуючі технології, методи і моделі прогнозування трансформації автомобільних фарб;
- сформулювати вимоги до роботи технології прогнозування трансформації автомобільних фарб.
- удосконалити математичну модель і технологію прогнозування трансформації автомобільних фарб на основі нечіткої логіки.
- спроектувати програмний додаток для прогнозування трансформації автомобільних фарб;
- реалізувати програмний додаток для прогнозування трансформації автомобільних фарб;
- виконати завдання економічної частини;

# НАУКОВА НОВИЗНА ТА ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в наступному: удосконалено інформаційну технологію прогнозування трансформації автомобільних фарб, що дозволяє отримати результат прогнозування з меншими трудовитратами. Зменшення трудовитрат досягається за рахунок використання нечіткої бази експертних знань та продукційного логічного механізму виведення результату. Вперше формалізована і фазифікована задача прогнозування трансформації автомобільних фарб в результаті експлуатації.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у тому, що розроблена технологія, алгоритми і програмний додаток зможуть бути використані при створенні експертних систем підтримки прийняття рішень в колористиці.

# ПУБЛІКАЦІЇ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ

За результатами опубліковано тези доповіді регіональної науково-технічної конференції «ФІТКІ ВНТУ-2019» [1] та міжнародної науково-практичної конференції «ІОН-2020» [2].

Результати, одержані в процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи, плануються до впровадження в розробки науково-виробничого підприємства ТОВ «ІТІ».

# АНАЛОГИ ТА ПРОТОТИПИ

Варіанти	Функціональність	Точність	Обслуговування	Вартість
Аналог №1 Колориметр	Середня	Низька	Мінімальне	Низька
Аналог №2 APDS-9960	Середня	Середня	Мінімальне	Висока
Аналог №3 Стандартний підбір автосалону	Висока	Висока	Максимальне	Висока
Розробка	Висока	Висока	Мінімальне	Середня

# ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Прогнозування “ремонтної” фарби має відбуватись на основі таблиці стандартних автомобільних фарб, бази знань з процесів старіння фарб та бази знань з умов експлуатації/зберігання автомобіля і те, як вони впливають на процес старіння. Слід звернути увагу на те, що таблиця кольорів містить не лише назву та код, а ще й склад LAB-моделі.

Листок шпательної гамми автомобільної "BA3"

Код BA3	Назва/опис	Повний код	Матеріал	Опис	Код	Назва/опис	Матеріал	Опис	Код	Назва/опис	Матеріал	Опис
160	трикол		metallic	серебристо-красний	270	нефрити	metallic	серебристо-білий	412	ригата	metallic	серебристо-темно-синий
181	каднат		metallic	красно-красний	276	орка	metallic	серебристо-білий	415	златистий	metallic	темно-сірий
182	абонас		metallic	серебристо-світло-оранжевий	277	альпайка	metallic	серебристо-білий	416	фія	metallic	серебристо-сірий
184	калма		metallic	красно-красний	280	марж	metallic	серебристо-жовто-зелений	417	пелуш	metallic	зелено-синий
185	франкш		metallic	темно-вишневий	281	крестал	metallic	світло-сірий	419	опал	metallic	серебристо-голубуваний
187	Баллан		metallic	темно-фіолетовий	286	апатит	metallic	серебристо-оранжевий	420	болтика	metallic	темно-синий
110	арфін		metallic	красний	295	смішана-білий	metallic	сріблясто-білий	421	афалма	metallic	серебристо-зелено-голубий
116	карал		metallic	серебристо-темно-красний	301	кар-іва	metallic	серебристо-зелено-сірий	422	адратика	metallic	серебристо-голубий
118	карал		metallic	красний	302	берант	metallic	серебристо-зелений	425	адратика	metallic	серебристо-голубий
120	мак		metallic	серебристо-темно-фіолетовий	304	науталус	metallic	темно-зелений	427	адратика	metallic	серебристо-голубий
127	акана		metallic	темно-красний	305	аксидиус	metallic	серебристо-світло-жовтий	428	мадо	metallic	голубий
128	міра		metallic	красний	307	зип-сід	metallic	темно-зелений	430	фатат	metallic	світло-сірий
129	вотан		metallic	серебристо-красно-красний	308	акса	metallic	зелено-голубий	435	лі-наші	metallic	серебристо-фіолетовий
133	мака		metallic	темно-оранжевий	310	валета	metallic	серебристо-красно-зелений	440	апатитка	metallic	фіолетовий
140	кама		metallic	серебристо-красно-фіолетовий	311	ігуана	metallic	серебристо-красно-зелений	442	сава	metallic	темно-голубий
145	акант		metallic	серебристо-фіолетовий	313	мадонна	metallic	серебристо-жовто-зелений	445	лаурет	metallic	фіолетово-синий
150	афайа		metallic	серебристо-красно-фіолетовий	321	диралт	metallic	темно-зелений	446	сафиро	metallic	серебристо-сіро-фіолетовий
152	карал		metallic	темно-красний	325	марс-пучина	metallic	зелений	447	соня-пелуш	metallic	сирій
170	Торнао		metallic	красний	331	золуш	metallic	золотистий-темно-зелений	448	репелда	metallic	серебристо-красно-синий
180	грант		metallic	темно-оранжевий	340	оливкаш	metallic	золотистий-темно-зелений	449	оверн	metallic	темно-синий
182	диралт		metallic	темно-красний	342	гудрик	metallic	золотистий-зелений	451	боронца	metallic	серебристо-красно-синий
201	Ванш		metallic	фіолет	345	золотий-івава	metallic	золотистий-темно-зелений	453	карге	metallic	темно-синий
202	крас-біл		metallic	красно-білий	352	мад	metallic	серебристо-жовтий	458	мелу-руч	metallic	красно-фіолетовий
203	жолт		metallic	жовто-жовтий	353	Бальван	metallic	красно-зелений	460	аваларна	metallic	серебристо-сіро-зелений
204	афайа		metallic	фіолет-оранжевий	355	аваларна	metallic	серебристо-красно-зелений	464	валентина	metallic	серебристо-голубуваний
206	така-аїда		metallic	світло-сірий	363	чунана	metallic	темно-зелений	473	контр	metallic	серебристо-голубуваний
210	мелуш		metallic	світло-жовтий	370	хорсика	metallic	серебристо-болотно-зелений	475	тупар	metallic	серебристо-зеленоватий
215	кафур		metallic	світло-білий	371	амулт	metallic	серебристо-темно-зелений	478	соня	metallic	серебристо-красно-синий
217	мадонна		metallic	серебристо-біло-оранжевий	373	сере-зелений	metallic	серебристо-темно-зелений	480	біка	metallic	зелено-голубий
223	крас		metallic	красний	377	мурна	metallic	серебристо-красно-голубуваний	481	голубий	metallic	голубий
226	чорно-оран		metallic	чорно-оранжевий	385	мугурка	metallic	серебристо-зелений	487	лагуна	metallic	серебристо-синий
230	магет		metallic	серебристо-біло-жовтий	387	мугурка	metallic	серебристо-красно-жовтий	488	галаксія	metallic	темно-фіолетовий
233	сво-біл		metallic	сво-білий	399	табунш	metallic	серебристо-красно-зелений	498	лаурет-сірий	metallic	серебристо-темно-синий
234	мадонна		metallic	жовто-жовтий	403	жолт-кадо	metallic	серебристо-красно-жовтий	499	ріньра	metallic	сіро-фіолетовий
235	білий		metallic	білий	404	летерфед	metallic	серебристо-жовтий	502	даня	metallic	серебристо-жовтий
236	сво-білий		metallic	сво-білий	406	крис	metallic	фіолетовий	503	анкода	metallic	серебристо-коричневий
245	золотий-іва		metallic	золотий	406	посадаш	metallic	темно-синий	509	темно-білий	metallic	темно-білий
					408	чарнат	metallic	серебристо-темно-фіолетовий	515	кабілла	metallic	темно-фіолетовий
									601	чорний	metallic	чорний



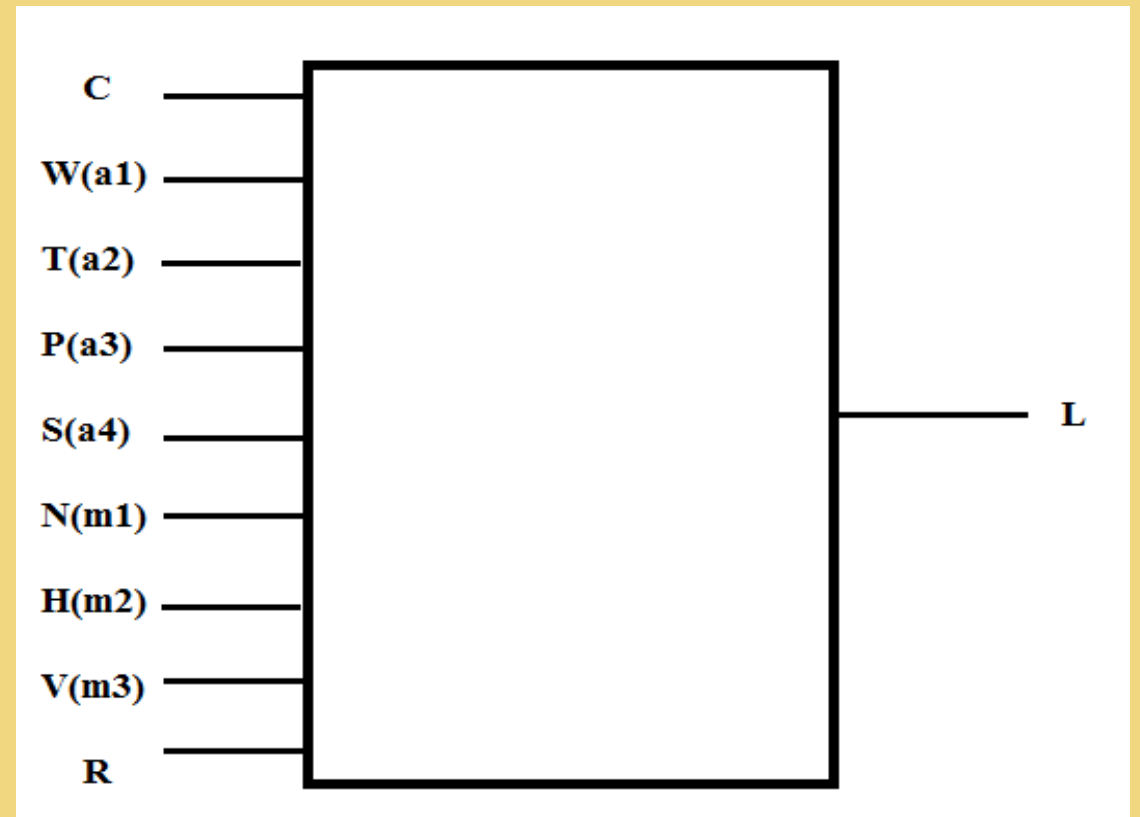
# ВХІДНІ ТА ВИХІДНІ ДАНІ

## Вхідні дані

- Назва заводського відтинку (C)
- Клімат (W)
- Срок експлуатації (T)
- Пробіг (P)
- Утримання (S)
- Частота мийки (N)
- Використання хімікатів (H)
- Вид мийки (V)
- Покриття доріг (R)

## Вихід

- LAB



# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ(ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ

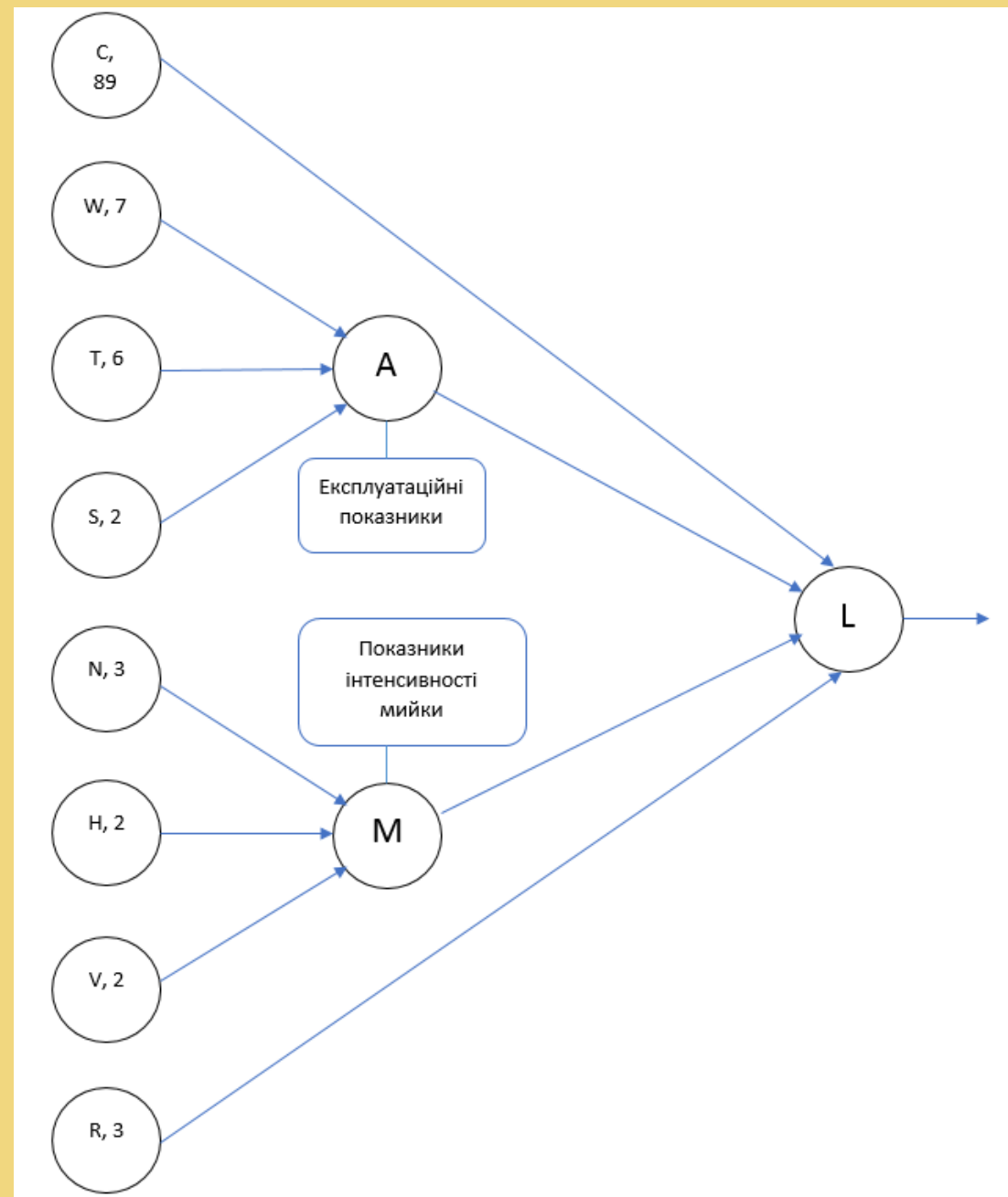
- $L = f_L(C, A, M, R)$
- $A = f_M(W, T, P, S)$
- $M = f_A(N, H, V)$

- де L – вихідна змінна, глобальний показник корекції фарби;
- C – код відтінку фарби від заводу виробника.
- A – локальний показник корекції фарби в залежності від умов експлуатації.
- M – локальний показник корекції фарби в залежності від режиму мийки.
- W – показник різновиду клімату експлуатації авто.
- T - термін експлуатації автомобіля.
- P – пробіг автомобіля.
- S – режим стоянки автомобіля.
- W, T, P, S – вхідні змінні, віднесені до класу A, показники режиму експлуатації.
- N – частота мийки.
- H – частота використання хімікатів
- V – вид мийки.
- N, H, V – вхідні змінні, віднесені до класу M, показники режиму мийки.
- R – покриття доріг.

# ФАЗИФІКАЦІЯ ЗМІННИХ

- W – клімат, в умовах якого експлуатується автомобіль (полярний, субполярний, помірний, субтропічний, тропічний, субекваторіальний, екваторіальний).
- T – термін експлуатації автомобіля в роках (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40).
- P – пробіг автомобіля у кілометрах (0 – 100.000, 100.000 – 200.000, 200.000 – 300.000, 300.000 – 400.000, 400.000 – 500.000, 500.000 – 600.000)
- S – режим стоянки автомобіля (гаражне утримання, утримання під відкритим небом)
- N – частота мийки (рідко, помірно, часто).
- H – кількість використаних хімікатів під час мийки (мала, середня, велика).
- V – вид мийки (ручна, автоматизована).
- R – покриття доріг, на яких в основному експлуатувався автомобіль (асфальт, ґрунт, гравій, пісок, сніг).

# ДЕРЕВО ЛОГІЧНОГО ВИВЕДЕННЯ



# ФРАГМЕНТ НЕЧІТКОЇ БАЗИ ЗНАНЬ (А)

W	T	P	S	A
Помірний	0-5	0-100.000	Гаражне	ДМ
Помірний	5-10	0-100.000	Гаражне	ДМ
Помірний	0-5	100.000-200.000	Гаражне	ДМ
Помірний	5-10	200.000-300.000	Гаражне	М
Помірний	10-15	100.000-200.000	Гаражне	М
Помірний	10-15	200.000-300.000	Гаражне	М
Субекваторіальний	10-15	300.000-400.000	Гаражне	МС
Субекваторіальний	15-20	200.000-300.000	Гаражне	МС
Субекваторіальний	15-20	300.000-400.000	Гаражне	МС
Субекваторіальний	10-15	200.000-300.000	Відкрита стоянка	С
Субекваторіальний	15-20	200.000-300.000	Відкрита стоянка	С
Субекваторіальний	15-20	300.000-400.000	Відкрита стоянка	С
Екваторіальний	15-20	300.000-400.000	Відкрита стоянка	БС
Екваторіальний	15-20	400.000-500.000	Відкрита стоянка	БС
Екваторіальний	20-25	400.000-500.000	Відкрита стоянка	БС
Субполярний	20-25	300.000-400.000	Відкрита стоянка	В
Субполярний	25-30	400.000-500.000	Відкрита стоянка	В
Субполярний	25-30	500.000-600.000	Відкрита стоянка	В
Полярний	20-25	500.000-600.000	Відкрита стоянка	ДВ
Полярний	25-30	400.000-500.000	Відкрита стоянка	ДВ
Тропічний	25-30	500.000-600.000	Відкрита стоянка	ДВ

# ФРАГМЕНТ НЕЧІТКОЇ БАЗИ ЗНАНЬ (L)

C	A	M	R	L
100.Тріумф	ΔM	ΔM	Асфальт	0
	ΔM	M	Асфальт	0
	M	ΔM	Асфальт	0
	M	M	Асфальт	+1
	MC	M	Асфальт	+1
	M	MC	Асфальт	+1
	MC	MC	Асфальт	+1
	MC	C	Асфальт	+1
	C	MC	Асфальт	+1
	C	C	Асфальт	+2
	BC	C	Асфальт	+2
	C	BC	Асфальт	+2
	BC	BC	Асфальт	+2
	B	BC	Асфальт	+3
	BC	B	Асфальт	+3
	B	B	Асфальт	+3
	ΔB	B	Асфальт	+3
	B	ΔB	Асфальт	+3
	ΔB	ΔB	Асфальт	+3

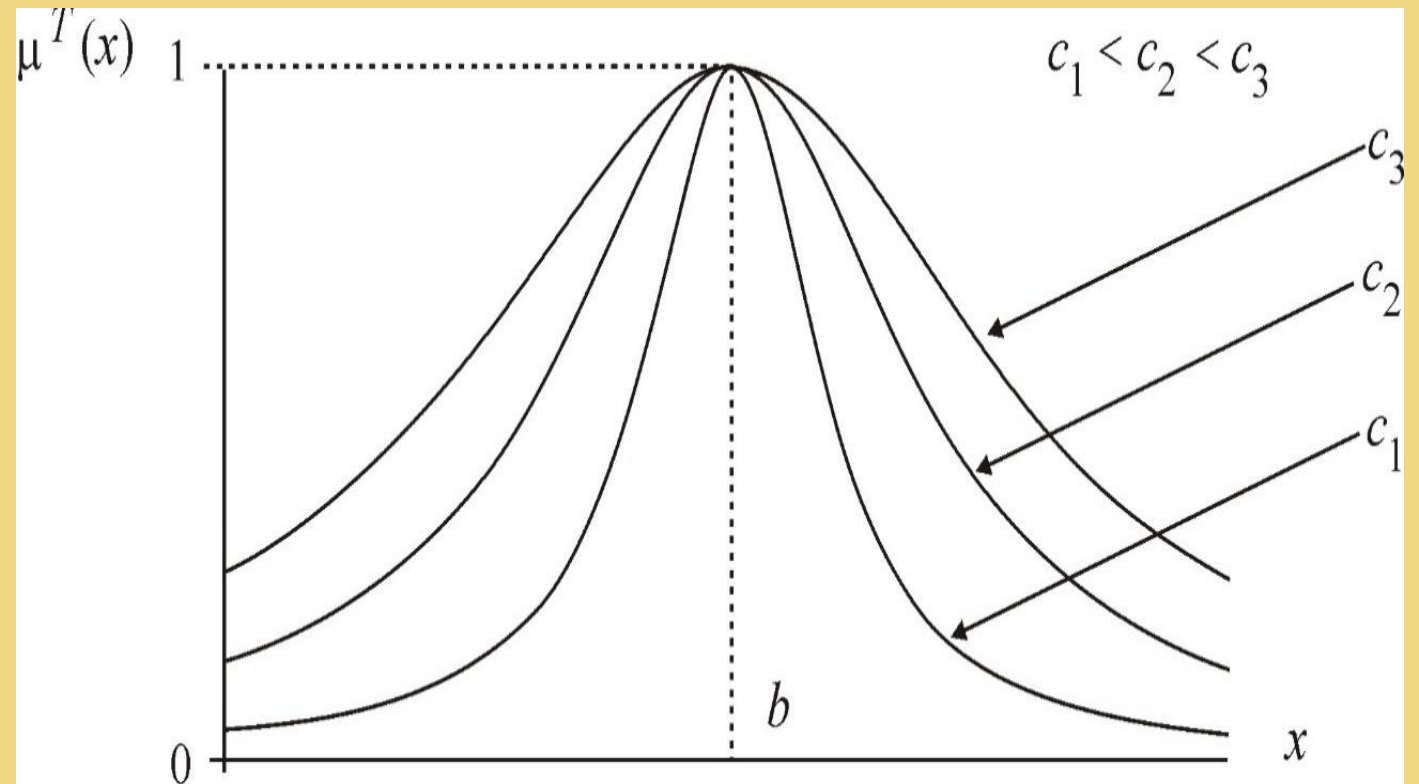
# ПРИКЛАДИ ПРОДУКЦІЙНИХ ПРАВИЛ

Якщо ( $W = \text{“помірний”}$ ) і ( $T = 0-5$ ) і ( $P = 0 - 100.000$ ) і ( $S = \text{“гаражне”}$ ) або ( $W = \text{“помірний”}$ ) і ( $T = 5-10$ ) і ( $P = 0 - 100.000$ ) і ( $S = \text{“гаражне”}$ ) або ( $W = \text{“помірний”}$ ) і ( $T = 0-5$ ) і ( $P = 100.000 - 200.000$ ) і ( $S = \text{“гаражне”}$ ), то  $A = \text{“ДМ”}$ .

Якщо ( $C = \text{“Тріумф”}$ ) і ( $A = \text{“середні”}$ ) і ( $M = \text{“середні”}$ ) і ( $R = \text{“асфальт”}$ ) або ( $C = \text{“Тріумф”}$ ) і ( $A = \text{“більш середні”}$ ) і ( $M = \text{“середні”}$ ) і ( $R = \text{“асфальт”}$ ) або ( $C = \text{“Тріумф”}$ ) і ( $A = \text{“середні”}$ ) і ( $M = \text{“більш середні”}$ ) і ( $R = \text{“асфальт”}$ ) або ( $C = \text{“Тріумф”}$ ) і ( $A = \text{“більш середні”}$ ) і ( $M = \text{“більш середні”}$ ) і ( $R = \text{“асфальт”}$ ), то  $L = (+2)$ .

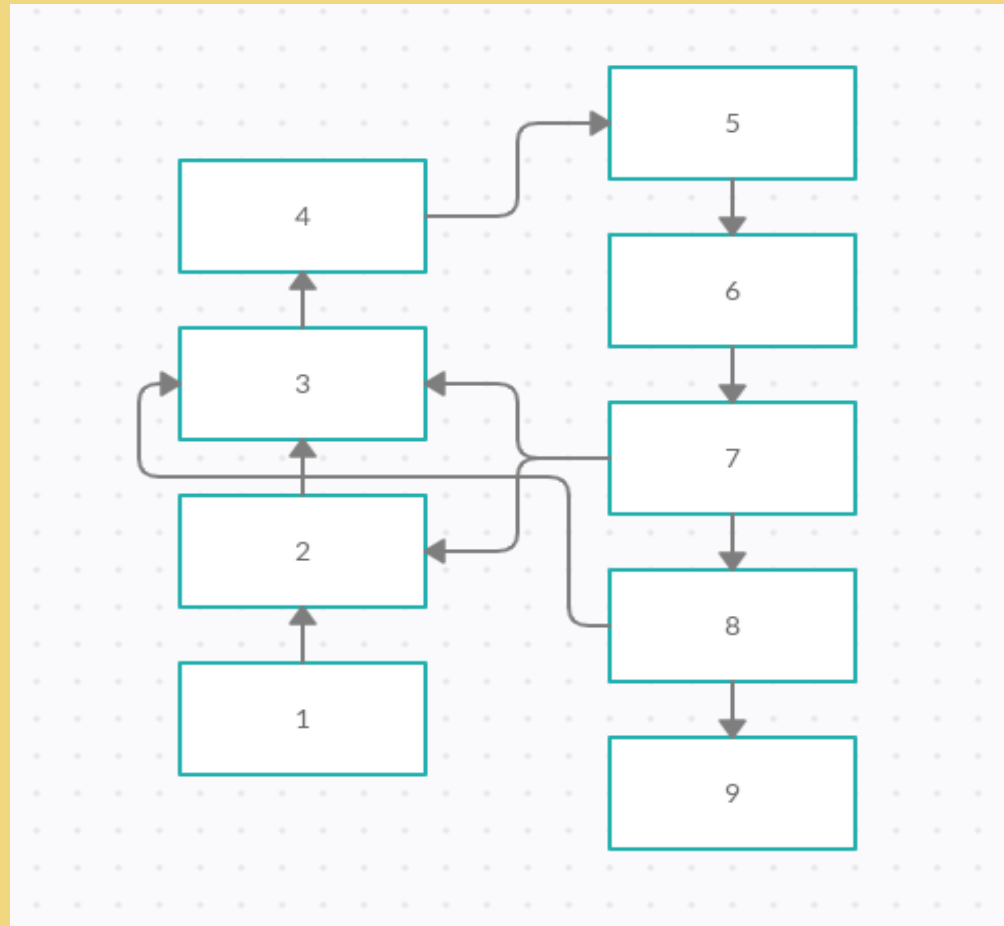
# НОРМАЛІЗОВАНА ФУНКЦІЯ НАЛЕЖНОСТІ

$$\mu^T = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b}{c}\right)^2}$$





# СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГІЇ

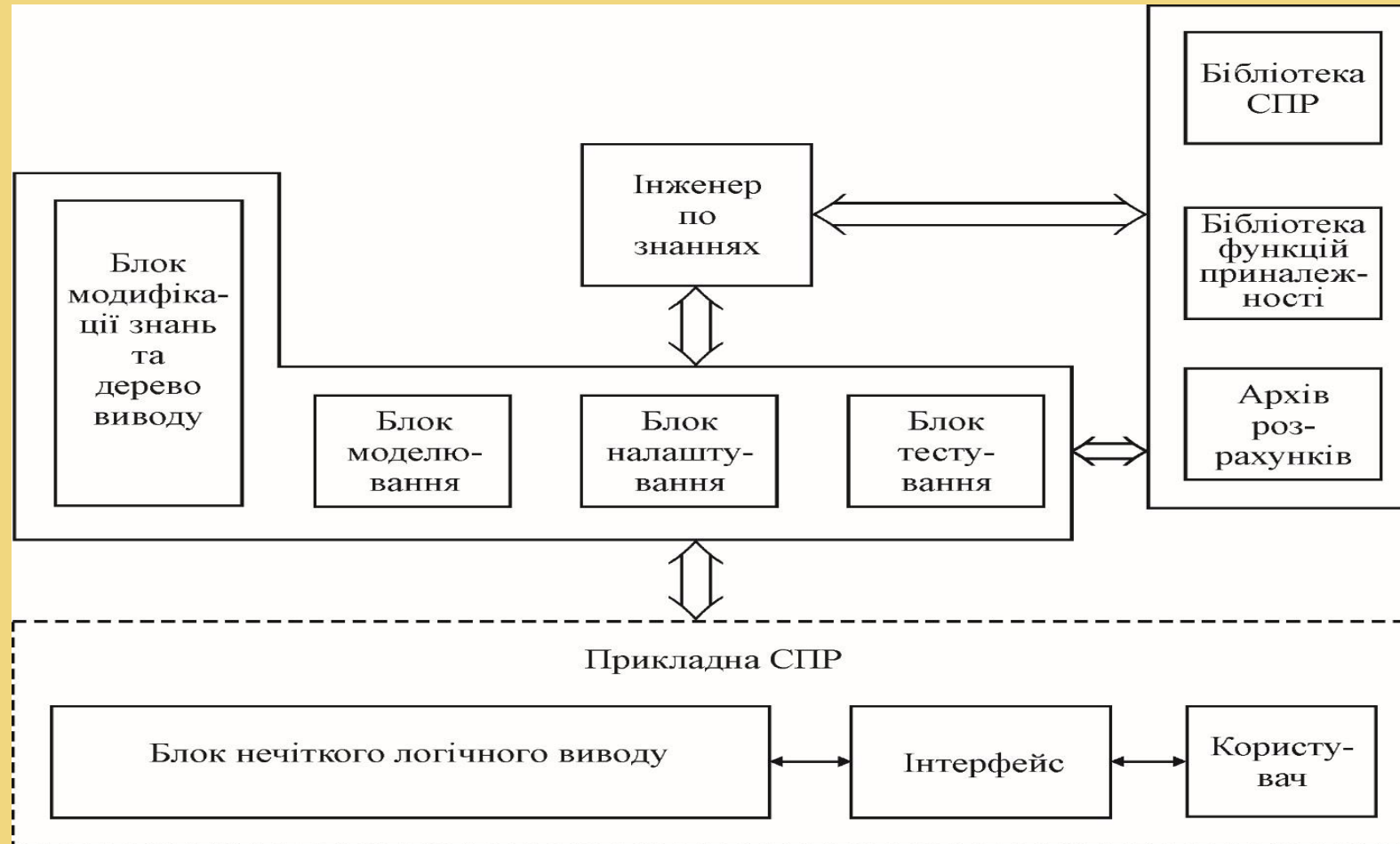


1. Вхідні змінні
2. Фазифікація
3. Ф-ї належності
4. Дерево ієрархічного виведення
5. Бази знань
6. Створення ПЗ
7. Грубе налаштування
8. Тонке налаштування
9. Експлуатація

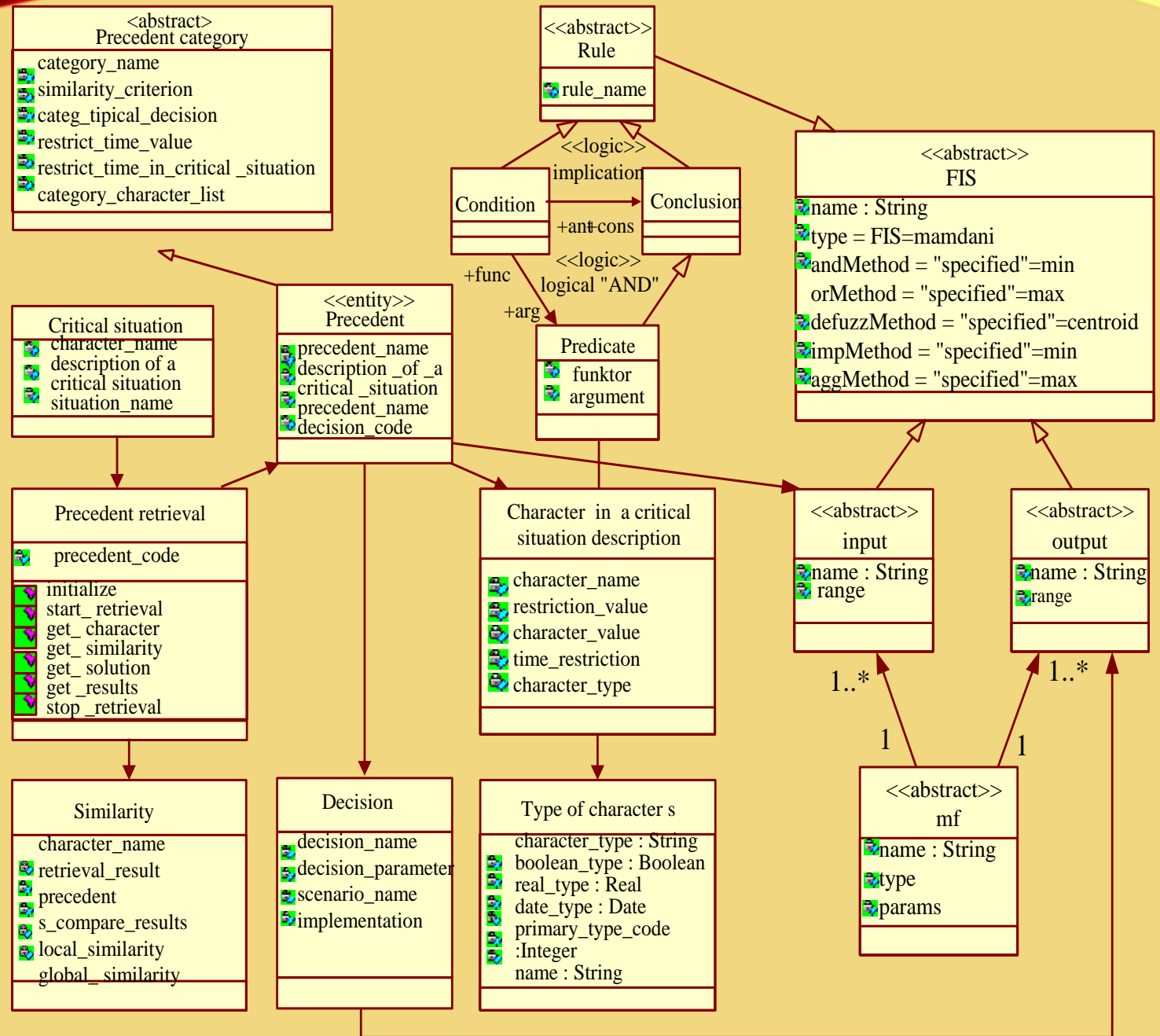
# ДІАГРАМА КОМПОНЕНТІВ



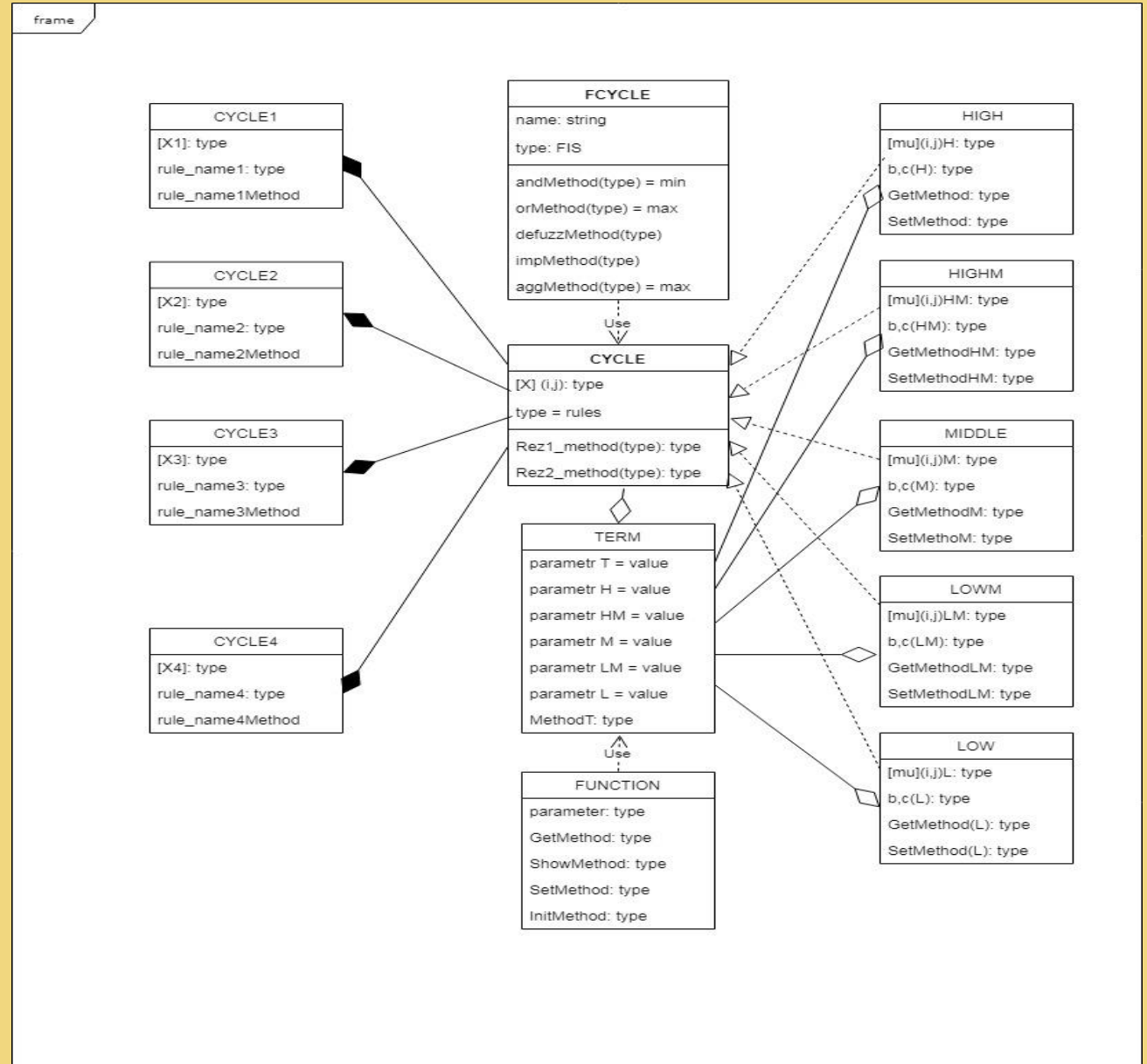
# СТРУКТУРНА СХЕМА СЕРЕДОВИЩА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ “FUZZY EXPERIENS”



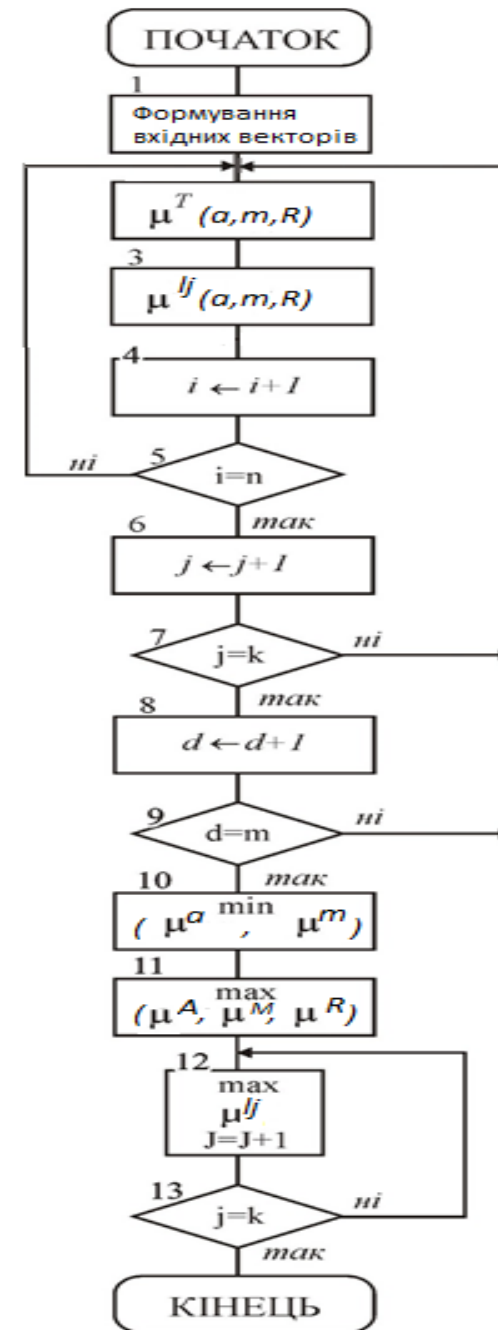
# ШАБЛОН «FUZZY CONCLUSION»



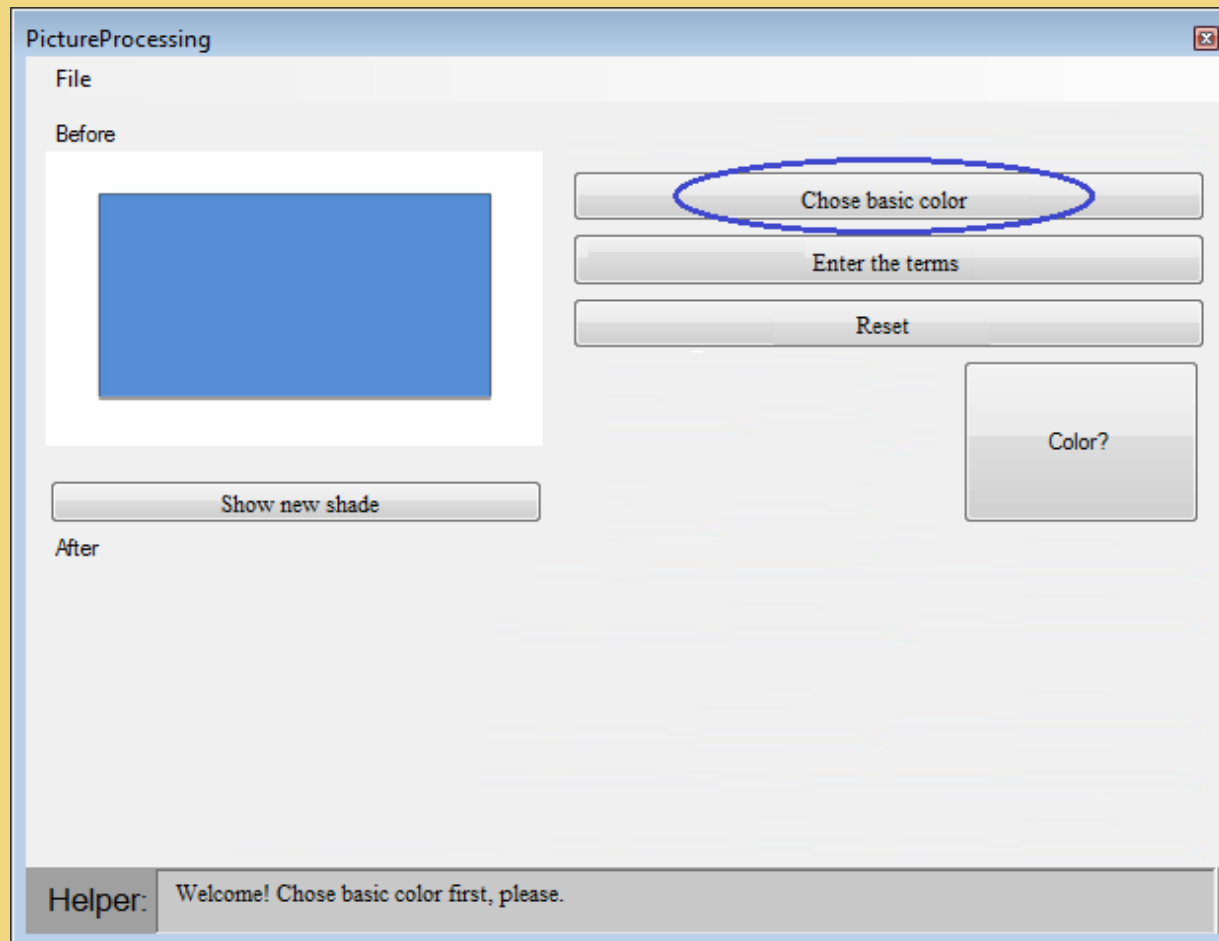
# ДІАГРАМА КЛАСІВ МОДУЛЯ ВИВЕДЕННЯ



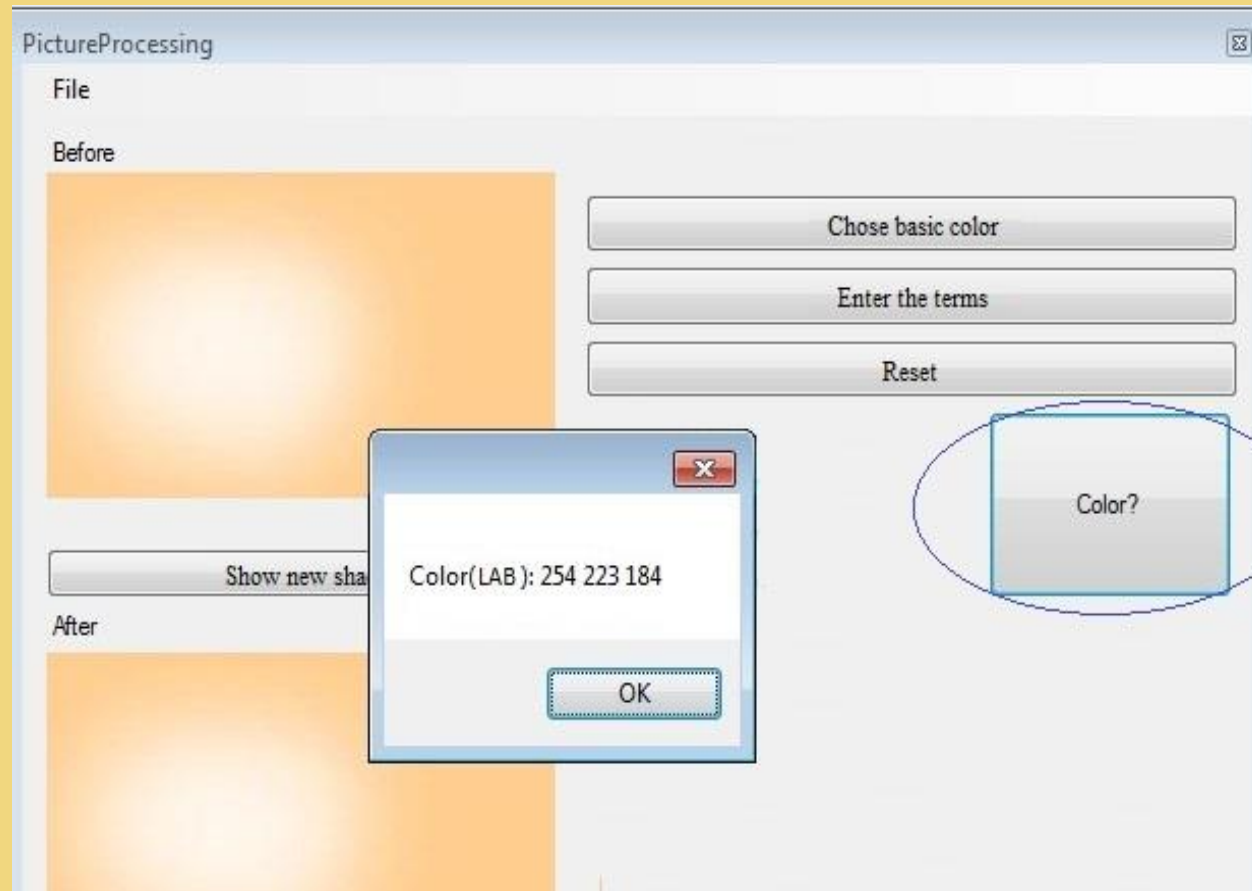
# СХЕМА АЛГОРИТМУ ЛОГІЧНОГО ВИВЕДЕННЯ РІШЕННЯ



# ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА



# ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ





# ВИСНОВКИ

Всі задачі, поставлені в магістерській кваліфікаційній роботі виконано в повному об'ємі, а саме:

- проаналізовано існуючі технології, методи і моделі прогнозування трансформації автомобільних фарб;
- сформульовані вимоги до роботи технології прогнозування трансформації автомобільних фарб.
- удосконалено математичну модель і технологію прогнозування трансформації автомобільних фарб на основі нечіткої логіки.
- спроектовано програмний додаток для прогнозування трансформації автомобільних фарб;
- реалізовано програмний додаток для прогнозування трансформації автомобільних фарб;
- виконані завдання економічної частини;

Поставлена мета - зменшення трудовитрат в процесі прогнозування трансформації автомобільних фарб досягнута за рахунок повної автоматизації процесу визначення складових "ремонтної" фарби.

За думкою експертів, в порівнянні з існуючим ручним процесом підбору ремонтних автомобільних фарб, застосування удосконаленої технології прогнозування дозволяє зменшити трудовитрати приблизно втричі.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ