

# Применение нечёткой логики для оптимизации горячего прессования фанеры



Авторы: магистранты 2-го курса: Иванов Н.А. (спикер),  
Лисовский И.К., Калимуллин Д.В.  
Научный руководитель: Шифрин Б.М., к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
им. С.М. Кирова

ВШТЭ, СПб | 24 - 25. 11. 2025

# Введение

## ■ АКТУАЛЬНОСТЬ

- Горячее прессование — ключевая стадия производства фанеры.
- Качество продукции зависит от стабильности температуры, давления, времени выдержки.
- Традиционные ПИД-регуляторы не справляются с изменчивостью свойств шпона.
- Брак достигает 8–12%, что ведёт к потерям сырья и энергии.
- Требуется адаптивная система управления.

## ■ ЦЕЛЬ

Повысить стабильность процесса горячего прессования с помощью нечёткой логики.

## ■ ЗАДАЧИ

- Изучить особенности процесса горячего прессования.
- Разобрать модель нечёткой логики.
- Определить функции принадлежности и базу правил.
- Провести моделирование и анализ устойчивости.



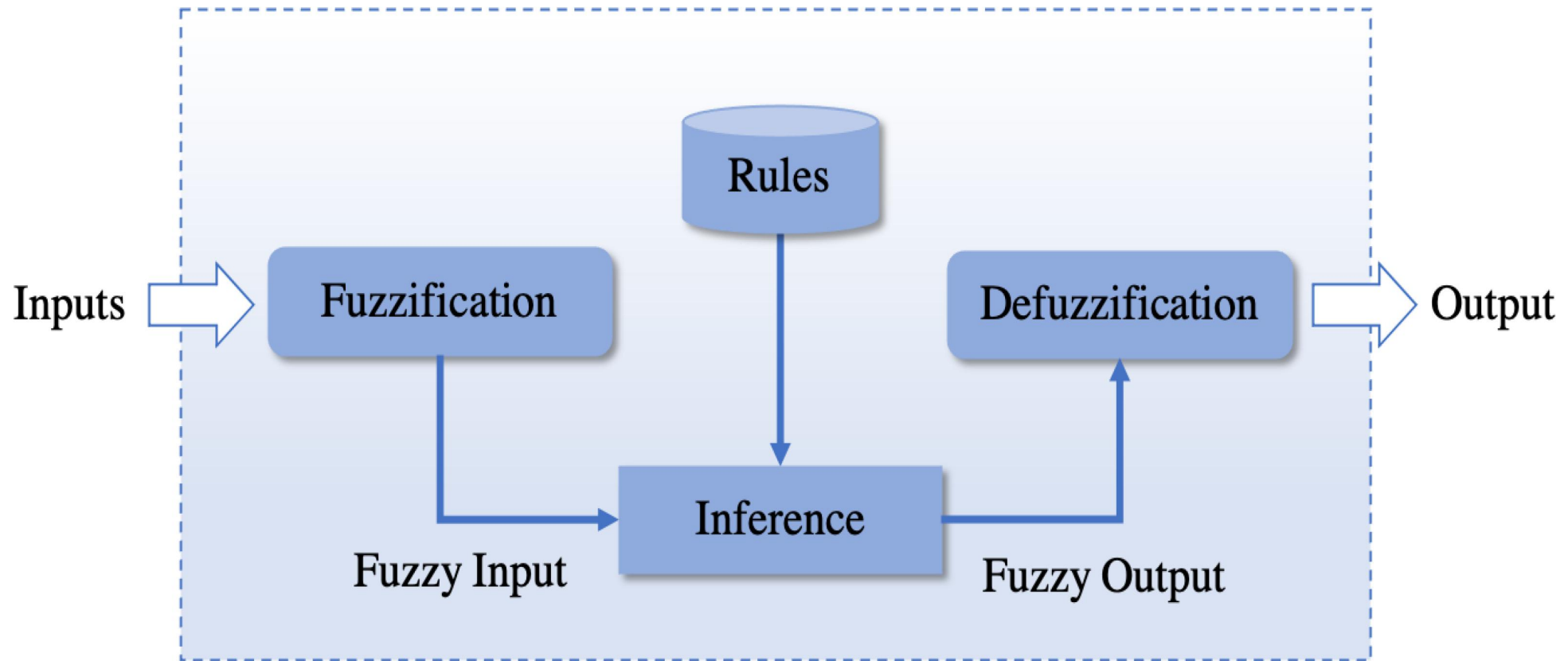
## Нечёткая логика кратк

### о

- Метод обработки данных с неопределённостью.
- Основана на концепции Лотфи Заде.
- В отличие от классической логики (0 или 1), нечёткая логика работает с непрерывной шкалой истинности от 0 до 1.
- Позволяет формализовать опыт и интуицию технологов через правила типа «ЕСЛИ... ТО...».

Именно этот подход делает возможным гибкое и адаптивное управление горячим прессованием фанеры, где многие параметры невозможно точно измерить.

# Этапы нечёткого вывода



## Входные переменные

**Moisture**

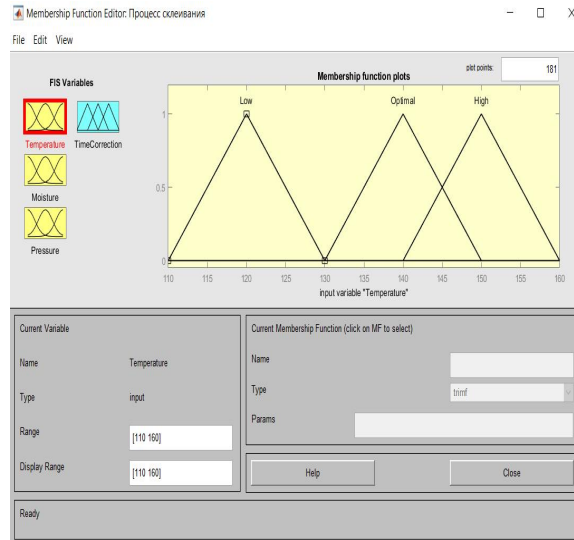
**Pressure**

**Temperature**

**Процесс склеивания**  
**(База правил)**

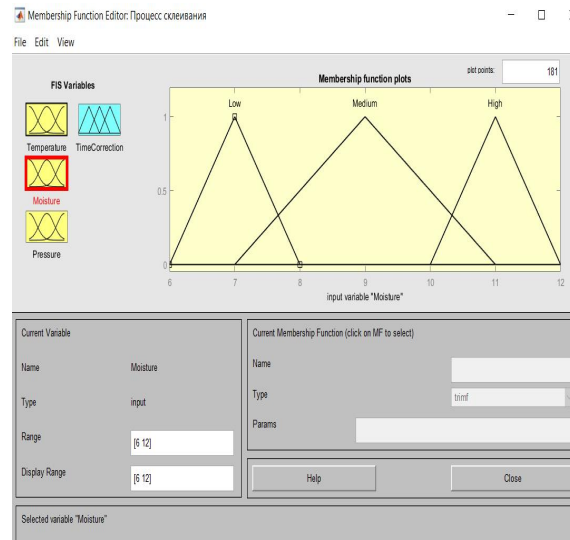
**Коррекция в  
ремени прес  
сования  
(выходная пе  
ременная)**

# Диапазон входных переменных



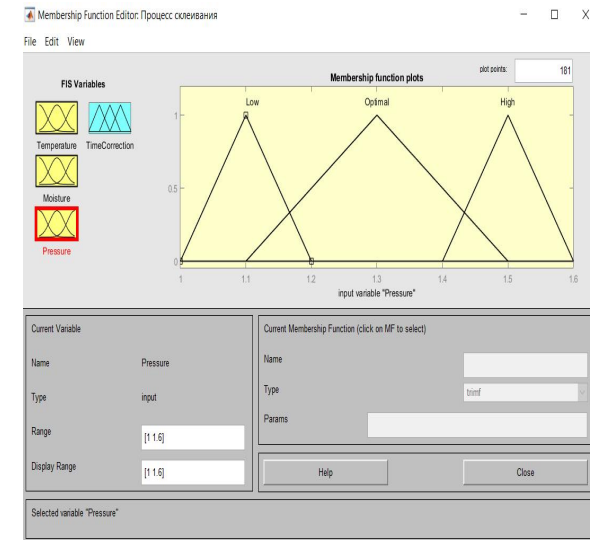
Температура ( $^{\circ}\text{C}$ ) :

Low - [110 130]  
Optimal - [130 150]  
High - [140 150]



Влажность (%) :

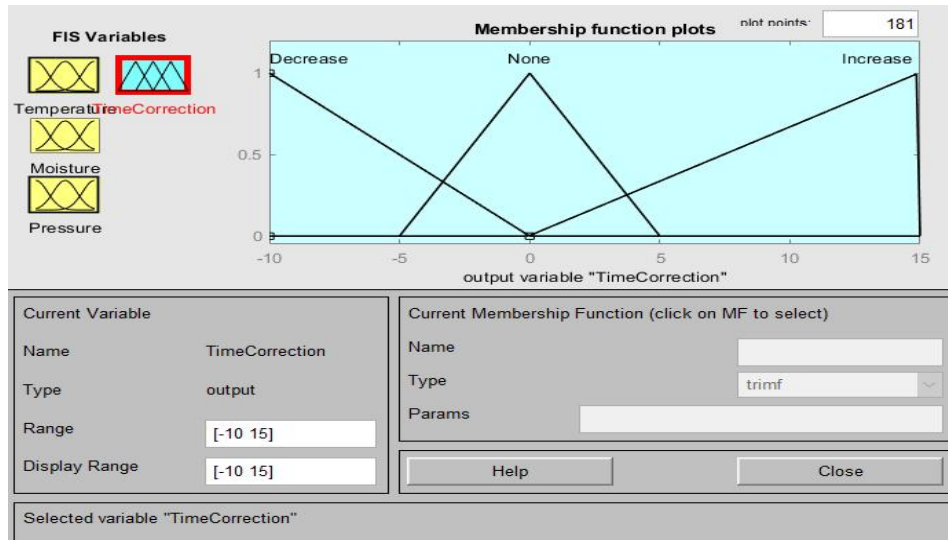
Low - [6 8]  
Optimal - [7 11]  
High - [10 12]



Давление (МПа) :

Low - [1 1.2]  
Optimal - [1.1 1.5]  
High - [1.4 1.6]

## График функций принадлежности одной переменной



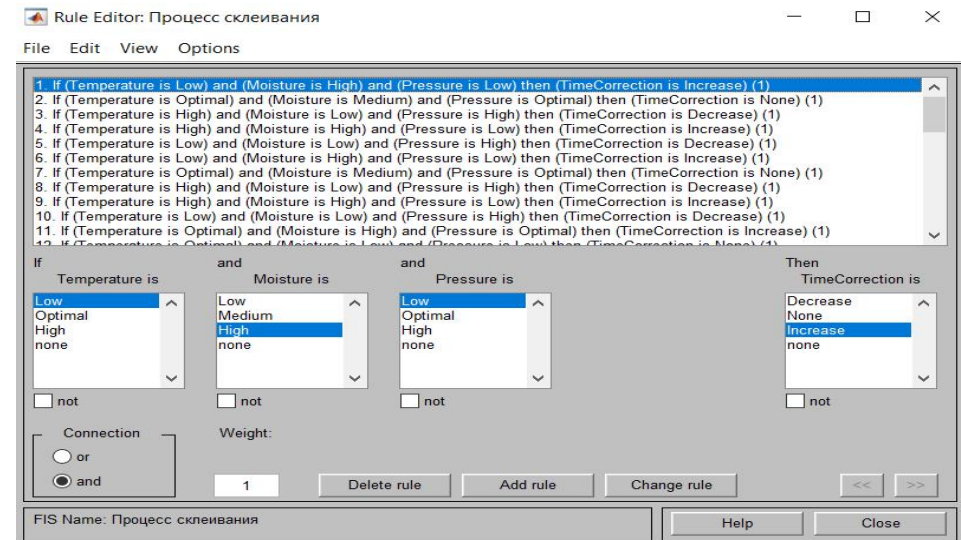
Значения выходных переменных:

Decrease – понизить на 10%

None – не изменять

Increase – увеличить на 15%

## База всех правил



Пример правила:

ЕСЛИ «Температура» низкая

И «Влажность» высокая

И «Давление» низкое

ТО увеличиваем время прессования на 15%

# Заключение

## ■ ПРЕИМУЩЕСТВА ПОДХОДА

Разработанная система нечёткого управления горячим прессованием фанеры показала высокую эффективность и устойчивость к изменяющимся условиям;  
Применение нечёткой логики позволило снизить уровень брака с 8–12 % до 3–4 % и повысить стабильность качества продукции;  
Система адаптируется к колебаниям влажности шпона и температуры плит пресса;  
Экономический эффект достигается за счёт снижения расхода энергии и уменьшения простоев;  
В перспективе — внедрение в промышленные АСУ ТП и развитие нейро-нечётких моделей.

## ■ ПЕРСПЕКТИВЫ

- Учёт экспертных знаний технологов.
- Устойчивость к «шуму» и неопределённости данных.
- Простая настройка и прозрачность логик и.
- Возможность адаптации под конкретные условия.
- Повышения качества фанеры и снижение брака.

## ■ ВЫВОД

Нечёткая логика делает процесс горячего прессования надёжным, адаптивным и энергоэффективным.

# Спасибо за внимание !