

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем

управління ім. А.П. Ладанюка

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

Андрій ФОРСЮК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » грудня 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Ярослав СМІТЮХ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » грудня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні технології та програмування в
автоматизованих системах управління»

на тему: Розробка інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу
пастеризації молока на молочному заводі

Виконав: здобувач 2 курсу, групи АК-2-2М

Середич Арсеній Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Полупан Володимир Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач

(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

ім. А.П. Ладанюка

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані та робототехніка»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні технології та програмування в автоматизованих системах управління»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ ім. А.П. Ладанюка

Ярослав СМІТЮХ

« » 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

СЕРЕДИЧУ Арсенію Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу пастеризації молока на молочному заводі

керівник роботи к.т.н. доц. ПОЛУПАН Володимир Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ” 2024 року №

2. Строк подання здобувачем роботи “ ” 2024 року

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. Розділ 1. Аналіз технологічного об'єкту автоматизації та існуючих АСК.

1.1. Аналіз технологічного об'єкту автоматизації. 1.2. Аналіз існуючих АСК технологічним об'єктом. 1.3. Постановка задачі кваліфікаційної роботи магістра.

Розділ 2. Загальносистемні рішення. 2.1. Загальний опис об'єкту та системи. 2.2. Функціональна структура системи. 2.3. Опис функцій, що автоматизуються. 2.4. Структурна схема комплексу технічних засобів. 2.5. Опис інформаційного забезпечення виробництва та основного відділення.

Розділ 3. Розробка підсистеми керування технологічним процесом. 3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня. 3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК. 3.3. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж. 3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж.

Розділ 4. Розробка інтелектуальної підсистеми

оцінки якості процесу пастеризації молока (ШОЯ ПСТ). Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема функціональної структури АСК ПСТ. 2. Структурна схема КТЗ. 3. Схема з'єднань проводок мереж. 4. Схема інформаційної структури. 5. Схема автоматизації. 6. Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління, сигналізації та живлення.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1. Аналіз технології та існуючих АСК технологічним об'єктом	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2. Розробка структурної схеми комплексу технічних засобів	3 тиждень	
4	Розділ 3. Розробка схеми автоматизації та вибір технічних засобів автоматизації	5 тиждень	
5	Розділ 3. Розробка схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж	7 тиждень	
6	Розділ 4. Розробка інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу пастеризації молока (ШОЯ ПСТ)	11 тиждень	

Здобувач _____
(підпис)

Арсеній СЕРЕДИЧ

Керівник роботи _____
(підпис)

Володимир ПОЛУПАН

Анотація

В кваліфікаційній роботі магістра розглядається розробка автоматизованої системи керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) та інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу пастеризації молока (ШОЯ ПСТ) на молочному заводі.

АСК ПСТ розроблена з використанням сучасного промислового логічного контролера (ПЛК) M221 від Schneider Electric та з використанням якісних та популярних технічних засобів вимірювання та регулювання.

ШОЯ ПСТ дозволяє спрогнозувати % жирності молока на виході з пастеризаційно-охолоджувальної установки (ПОУ) по завершенню процесу теплової обробки молока (ТОМ).

Ключові слова: ШОЯ ПСТ, АСК ПСТ, автоматизація, пастеризація, молоко, M221.

Annotation

The master's qualification work considers the development of the automated control system of the milk pasteurization process (ACS MP) and the intelligent subsystem for assessing the quality of the milk pasteurization process (ISAQ MP) at the dairy plant.

The ACS MP was developed using a modern industrial logic controller (PLC) M221 from Schneider Electric and using high-quality and popular technical means of measurement and control.

The ISAQ MP allows you to predict the % fat content of milk at the outlet of the pasteurization and cooling unit upon completion of the milk heat treatment process.

Keywords: ISAQ MP, ACS MP, automation, pasteurization, milk, M221.

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Аналіз технологічного об'єкту автоматизації та існуючих АСК	8
1.1. Аналіз технологічного об'єкту автоматизації.....	8
1.2. Аналіз існуючих АСК технологічним об'єктом.....	12
1.3. Постановка задачі кваліфікаційної роботи магістра.....	16
Розділ 2. Загальносистемні рішення	17
2.1. Загальний опис об'єкту та системи.....	17
2.2. Функціональна структура системи.....	18
2.3. Опис функцій, що автоматизуються.....	20
2.4. Структурна схема комплексу технічних засобів.....	22
2.5. Опис інформаційного забезпечення виробництва та основного відділення.....	24
Розділ 3. Розробка підсистеми керування технологічним процесом	31
3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня.....	31
3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК.....	35
3.3. Схеми електричні принципові контурів вимірювання, керування, сигналізації та живлення	37
3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж.....	38
Розділ 4. Розробка інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу пастеризації молока (ШОЯ ПСТ)	41
Висновки	57
Список використаних джерел	58

Вступ

Молоко це жива біологічна речовина, для знищення мікробіологічних організмів в ньому необхідно проводити процес теплової обробки молока (ТОМ), тобто процес пастеризації.

Процес ТОМ знищує живі мікробіологічні організми та збільшує термін придатності молока та виготовлених з нього молочних продуктів.

% жирності молока також відіграє важливу роль в якості виготовлених молочних продуктів. Забезпечення оптимального % жирності молока після процесу ТОМ дозволить отримувати молочні продукти високої якості та забезпечувати прибутковість молочного заводу.

В кваліфікаційній роботі магістра буде розглядатися розробка автоматизованої системи керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) та інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу пастеризації молока (ШОЯ ПСТ) на молочному заводі.

Розділ 1. Аналіз технологічного об'єкту автоматизації та існуючих АСК

1.1. Аналіз технологічного об'єкту автоматизації

Теплову обробку молока (ТОМ), а саме технологічний процес пастеризації, проводять для знищення мікробіологічних організмів (МБО) в молоці, оскільки молоко це жива біологічна речовина (БР).

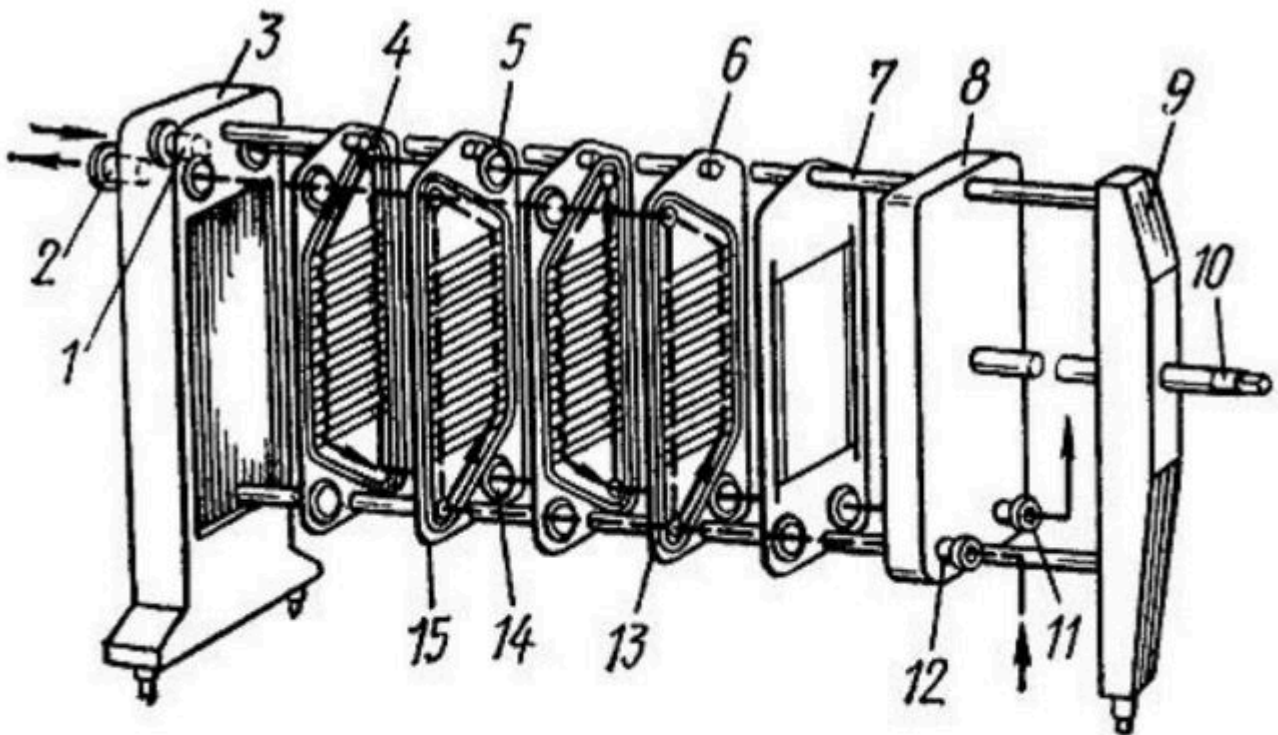
Процес ТОМ проводиться в пастеризаційно-охолоджувальних установках (ПОУ).

Вигляд ПОУ А1-ОК2Л-5 [1] наводиться на рис. 1.1.



Рис. 1.1. ПОУ А1-ОК2Л-5.

Часто процес ТОМ проводять в ПОУ пластинчастого типу. Будова ПОУ пластинчастого типу наводиться на рис. 1.2.



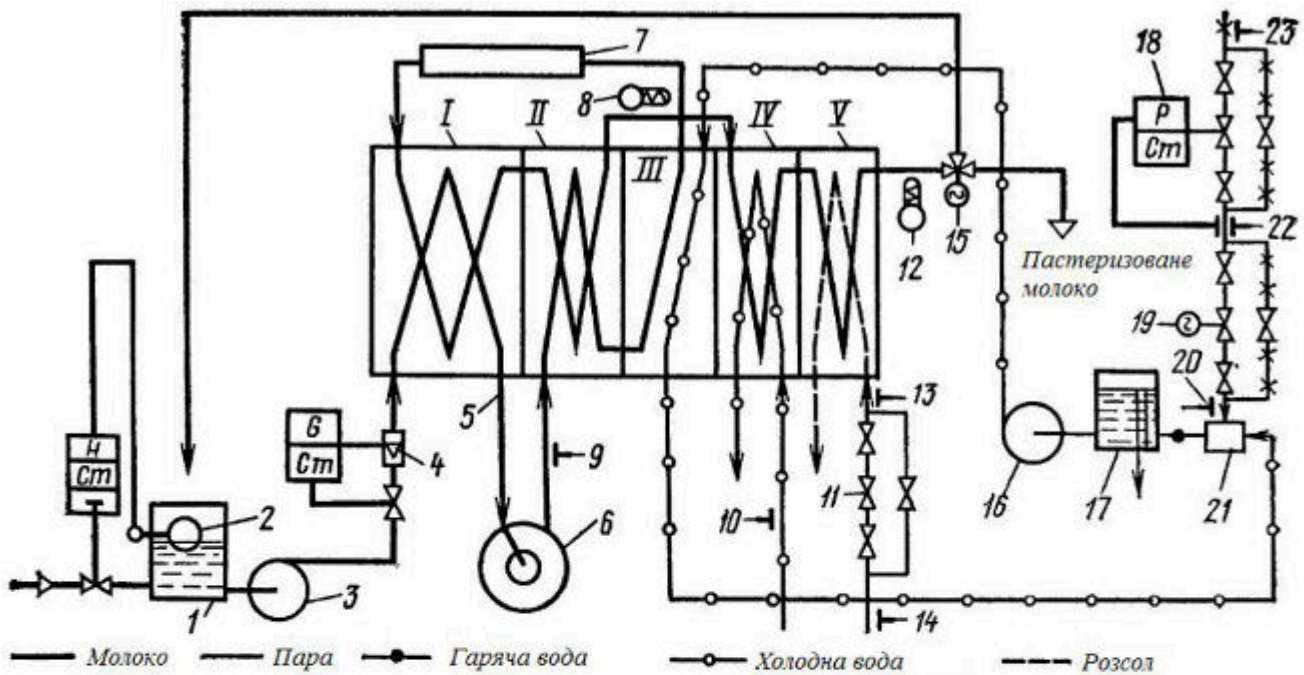
1, 2, 11, 12 – шуцера; 3 – передня стійка; 4 – верхній кутовий отвір; 5 – мала кільцева прокладка; 6 – гранична пластина; 7 – штанга; 8 – нажимна плита; 9 – задня стійка; 10 – гвинт; 13 – велика гумова прокладка; 14 – нижній кутовий отвір; 15 – теплообмінна пластина.

Рис. 1.2. Будова ПОУ пластинчастого типу.

Процес ТОМ в ПОУ проводять одним з наступних чином:

- процес ТОМ з витримкою 5-30 секунд при температурах 70-85 °С;
- процес ТОМ без витримки при температурах 90-95 °С.

Схема проходження процесу ТОМ в ПОУ з апаратом для витримки наводиться на рис. 1.3.



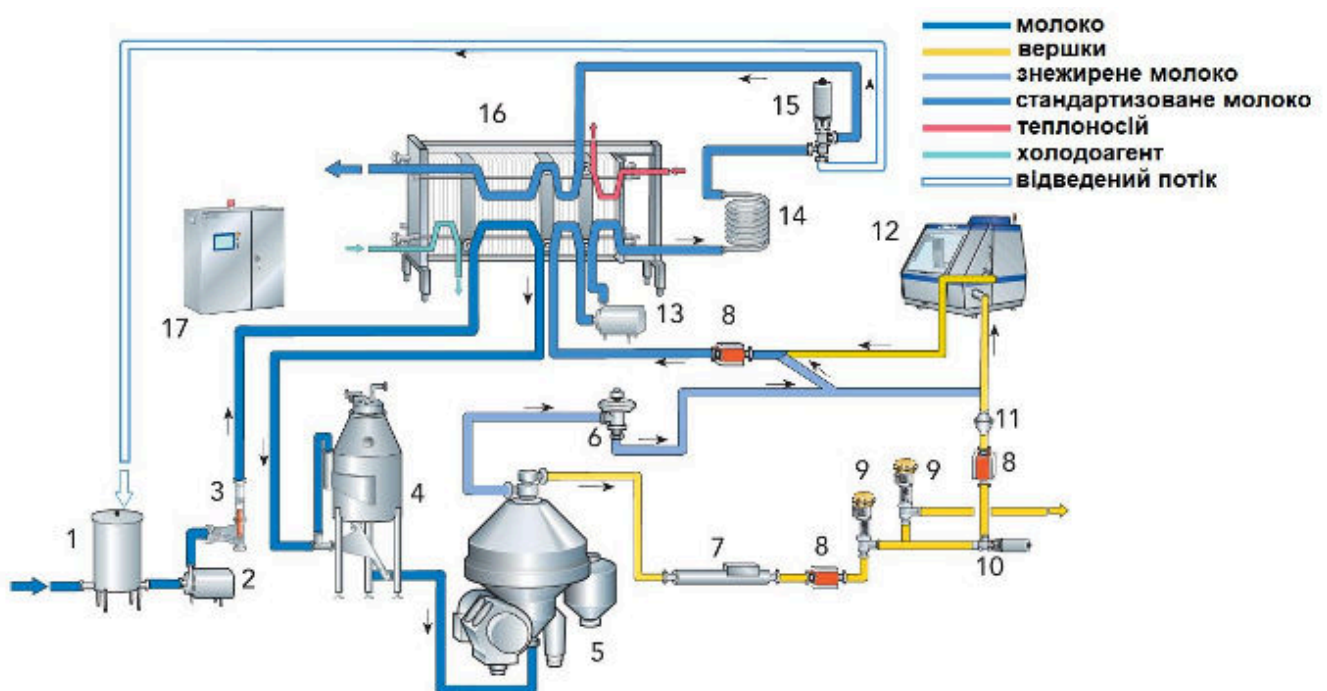
1 – зрівняльний бак; 2 – поплавковий регулятор рівня; 3 – насос для молока;
4 – регулятор; 5 – пластинчастий теплообмінний апарат; 6 – сепаратор; 7 – апарат для витримки; 8, 12 – датчики температури; 9, 10, 13, 14, 20, 22, 23 – манометри; 11 – вентиль регулювання подачі розсолу; 15 – поворотний клапан; 16 – насос гарячої води; 17 – бачок-акумулятор; 18, 19 – клапани, які регулюють подачу пара; 21 – пароконтактний нагрівач води.

Рис. 1.3. Схема проходження ТОМ в ПОУ.

Чим більша температура процесу ТОМ тим більше в молоці розтворюються жирових кульок. Тому процес ТОМ без витримки проводять для отримання молока з меншим вмістом жирових кульок для подальшого видалення жирових кульок в сепараторі та отримання знежиреного молока.

Для виготовлення молока з певним % жирності проводять процес ТОМ з витримкою.

Графічна схема проходження ТОМ в ПОУ, сепарування та гомогенізації наводиться [2] на рис. 1.4.



- 1 – зрівняльний бак; 2 – насос подачі продукту; 3 – регулятор потоку;
 4 – деаератор; 5 – сепаратор; 6 – клапан постійного тиску; 7 – датчик щільності;
 8 – датчик витрати; 9 – регулюючий клапан; 10 – відсікаючий клапан; 11 – запірний клапан;
 12 – гомогенізатор; 13 – насос підкачування; 14 – утримуюча трубка;
 15 – клапан відведення потоку; 16 – теплообмінник пластинчастого типу;
 17 – управління процесом.

Рис. 1.4. Графічна схема проходження ТОМ в ПОУ, сепарування та гомогенізації.

1.2. Аналіз існуючих АСК технологічним об'єктом

Акціонерне товариство АТТІС пропонує універсальні автоматизовані пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки (УАППОУ). Вид УАППОУ наводиться на рис. 1.5.

УАППОУ дозволяє забезпечувати автоматизацію контролю, а також регулювання і запису температури. Також є можливість передати покази комп'ютер технолога, комп'ютер майстра чи комп'ютер бухгалтера [3].



Рис. 1.5. Вид УАППОУ.

Технічні характеристики УАППОУ наводяться в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Технічні характеристики УАППОУ.

Кількість робочих секцій, шт	5						
Продуктивність по молоку, т/год	1	3	5	10	15	20	25
Витрата пари в секції пастеризації, кг/год.	12	30	45	90	135	180	225
Витрата пари в секції догріву, кг/год.	40	105	165	330	500	660	830
Тиск пари, МПа	0,3						
Холодоносіє	Холодна вода						
Температура холодоносія, °С	+0,5...+3						
Витрата холодоносія, т/год	2	6	10	20	30	40	50
Температура продукту, °С:							
- Початкова	+4...+8						
- на сепаратор	+38...+55						
- пастеризації	+72...+95						
- на виході без охолодження та догріву	+9...+14						
- на виході з догріванням та з охолодженням	+4...+35						
Час витримки, сек	30						
Регенерація, %	94						
Економія, в режимі термізації, кВт/год	от 200 до 4900						
Споживання ел.енергії 380 В, кВт	6						
Габаритні розміри установки на 10000 л/год.							
без витримувача, мм	3000x1600x2000						
з витримувачем, мм	3300x1600x2600						

ТОВ ЛАКТА-СЕРВІС УКРАЇНА автоматизовану пастеризаційно-охолоджувальні установки (АПОУ) Lacta Therm [4]. Вид АПОУ Lacta Therm наводиться на рис. 1.6.



Рис. 1.6. Вид АПОУ Lacta Therm.

АПОУ Lacta Therm має технічні характеристики, наводиться на рис. 1.7.



Технічні дані:

Продуктивність, л/год	1000	2000	3000	5000
Довжина, мм	2800	3000	3400	4000
Ширина, мм	800	800	1000	1100
Висота, мм	1300	1500	2000	2600
Витрата пару, кг/год	100	150	200	380

Рис. 1.7. Технічні характеристики АПОУ Lacta Therm.

1.3. Постановка задачі кваліфікаційної роботи магістра

Кваліфікаційна магістерська робота буде розглядати розробку автоматизованої системи керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) на молочному заводі.

Також до АСК ПСТ буде розроблена інтелектуальна підсистема оцінки якості процесу пастеризації молока (ШОЯ ПСТ) на молочному заводі.

ШОЯ ПСТ прогнозуватиме % жирності молока після проходження процесу ТОМ в залежності від часу витримки та температури пастеризації.

Досягнення заданого % жирності молока після проходження процесу ТОМ дозволить в майбутньому використовувати отримане молоко для виготовлення якісної молочної продукції. Отримання якісної молочної продукції дозволить збільшити прибутковість молочного заводу за допомогою отримання якісного пастеризованого молока в процесі ТОМ.

Розділ 2. Загальносистемні рішення

2.1. Загальний опис об'єкту та системи

Автоматизована система керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) на молочному заводі повинна проводити технологічний процес пастеризації молока на оптимальному рівні, щоб використання в подальшому пастеризованого молока в виробництві молочних продуктах дозволяло отримувати молочні продукти високої якості.

АСК ПСТ повинна забезпечувати координацію з відділенням СІР-мийки (clean in place) для проведення мийки пастеризаційно-охолоджувальної установки та резервуара після кожної партії молока.

В АСК ПСТ керує та контролює такі, технологічні параметри для технологічного процесу пастеризації молока, як:

- контроль жирності пастеризованого молока в резервуарі;
- керування змішувачем в резервуарі;
- керування 3-х ходовим пневматичним клапаном подачі молока чи миючого розчину (клапан впуску);
- керування 3-х ходовим пневматичним клапаном подачі охолодженого пастеризованого молока на виробництво чи миючого розчину в каналізацію (клапан випуску);
- керування рівнем в резервуарі;
- регулювання температурою пастеризації молока в пастеризаційно-охолоджувальній установці;
- регулювання температурою охолодження молока в пастеризаційно-охолоджувальній установці;
- регулювання температурою охолодження молока в резервуарі.

2.2. Функціональна структура системи

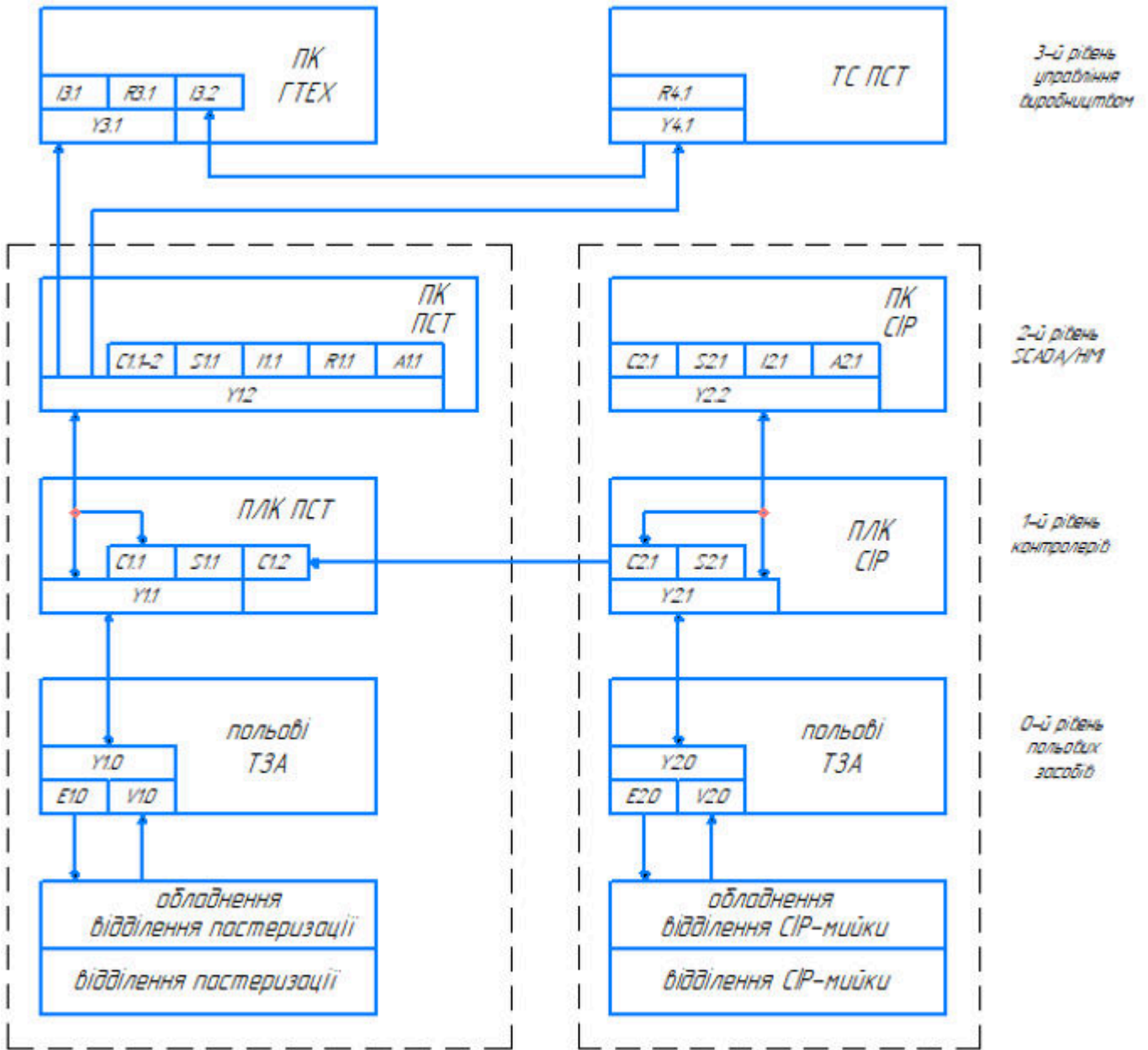


Рис. 2.1. СФС АСК ПСТ.

Схема функціональної структури (СФС) АСК ПСТ показуються на рис. 2.1, а позначення та їх розшифровка показуються в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Умовні позначення СФС АСК ПСТ.

Найменування	Позначення
польові ТЗА	технічні засоби автоматизації, які відносяться до польового рівня
ПЛК ПСТ	промисловий логічний контролер для відділення пастеризації
ПЛК СІР	промисловий логічний контролер для відділення СІР-мийки
ПК СІР	персональний комп'ютер для відділення СІР-мийки
ПК ПСТ	персональний комп'ютер для відділення пастеризації
ПК ГТЕХ	персональний комп'ютер головного технолога
ТС ПСТ	технологічний сервер відділення пастеризації
E1.0, E2.0	вимірювальне перетворення
V1.0, V2.0	управління технологічним обладнанням та виконавчими механізмами
У	перетворення та обробка інформації
C1.1, C2.1	автоматизоване регулювання
C1.2	координація роботи відділення СІР-мийки
S1.1, S2.1	автоматизоване управління
I1.1, I2.1	відображення для контролю за технологічним процесом
I3.1	відображення для диспетчерського контролю за виробничим процесом
R1.1	реєстрація параметрів технологічного процесу
R3.1, R4.1	реєстрація основних виробничих параметрів
A1.1, A2.1	контроль стану обладнання, технологічна сигналізація

2.3. Опис функцій, що автоматизуються

Таблиця 2.2. Перелік функцій, що автоматизуються.

Найменування функції/ сигналу	Польові ТЗА (Y1.0)		ПЛК (Y1.1)		ПК (Y1.2)				
	E1.0	V1.0	C1.1	S1.1	П.2	C1.1	R1.1	S1.1	A1.1
Температура пастеризації	+	-	+	-	+	+	+	-	+
Температура охолодження	+	-	+	-	+	+	+	-	+
Температура в резервуарі	+	-	-	+	+	-	+	+	+
Рівень в резервуарі	+	-	-	+	+	-	+	+	+
Жирність в резервуарі	+	-	-	-	+	-	+	-	-
Клапан подачі гарячої води	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Клапан подачі холодоагенту	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Клапан подачі холодоагенту в резервуар	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Клапан впуску	-	+	-	+	+	-	+	+	+
Клапан випуску	-	+	-	+	+	-	+	+	+

Продовження таблиці 2.2.

	E1.0	V1.0	C1.1	S1.1	I1.2	C1.1	R1.1	S1.1	A1.1
Команда на пуск/стоп двигуна M1	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Команда на пуск двигуна M2	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Команда на пуск/стоп двигуна M3	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Дистанційна команда на пуск/стоп двигуна M1	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Дистанційна команда на пуск/стоп двигуна M2	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Дистанційна команда на пуск/стоп двигуна M3	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Завдання швидкості обертів двигуна M1	-	-	+	-	+	+	+	-	+
Завдання швидкості обертів двигуна M2	-	-	+	-	+	+	+	-	+
Завдання швидкості обертів двигуна M3	-	-	+	-	+	+	+	-	+

2.4. Структурна схема комплексу технічних засобів

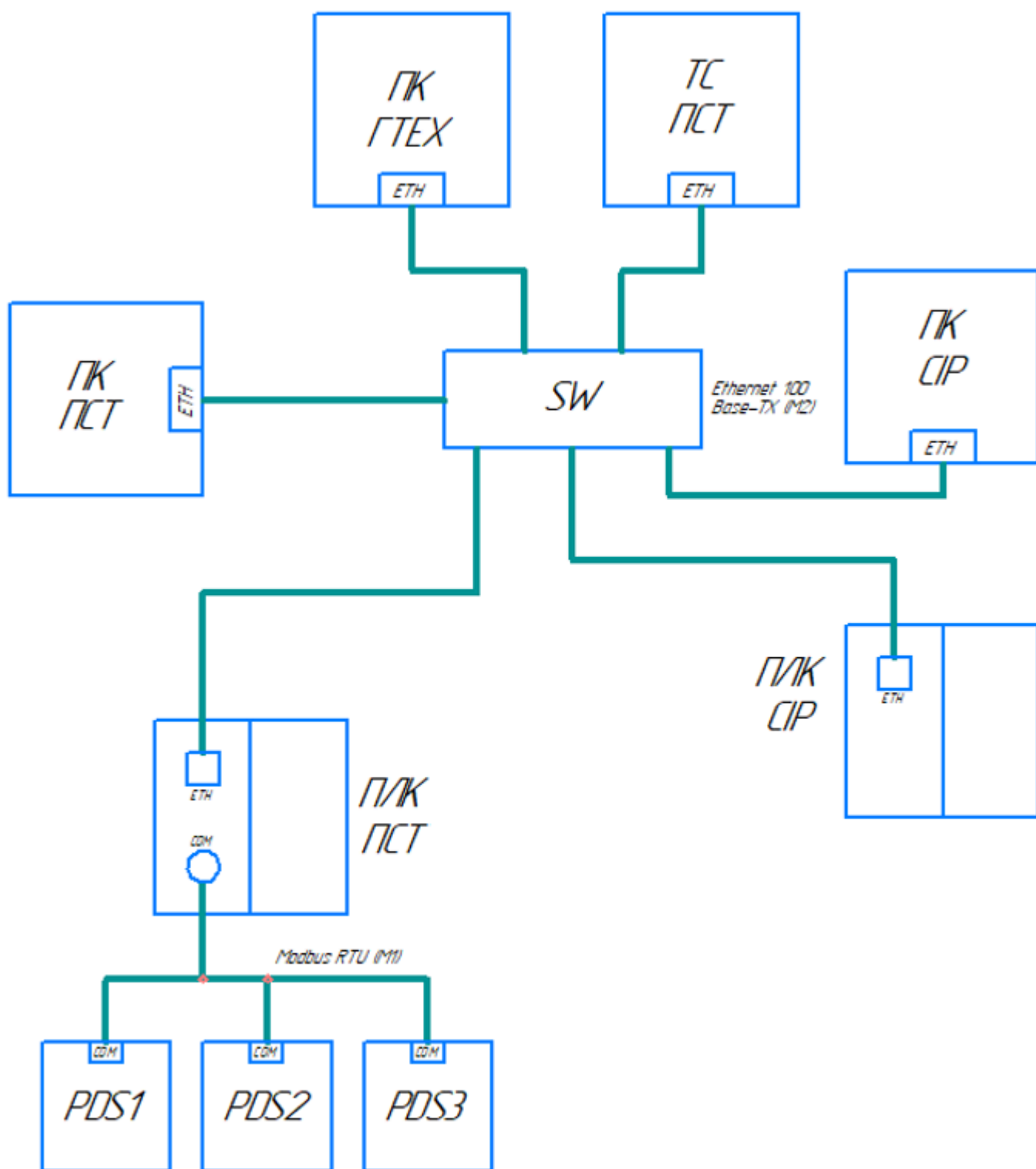


Рис. 2.2. КТЗ АСК ПСТ.

Схема комплексу технічних засобів (КТЗ) АСК ПСТ показуються на рис. 2.2, а позначення та їх розшифровка показуються в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Відомість КТЗ АСК ПСТ.

Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1	2	3	4
ПК ГТЕХ	ПК головного технолога	1	Intel Core-i3 2,3GHz, RAM 4Gb
ТС ПСТ	Технологічний сервер відділення пастеризації	1	Intel Core-i5 3,2GHz, RAM 8Gb
ПК ПСТ	АРМ оператора відділення пастеризації	1	Intel Core-i3 2,3GHz, RAM 4Gb
ПЛК ПСТ	Програмований логічний контролер відділення пастеризації	1	Modicon M221 TM221CE16R (Schneider Electric)
ПК СІР	АРМ оператора відділення СІР-мийки	1	Intel Core-i3 2,3GHz, RAM 4Gb
ПЛК СІР	Програмований логічний контролер відділення СІР-мийки	1	Modicon M221 TM221CE16R (Schneider Electric)
PDS1 PDS2 PDS3	Частотний перетворювач	3	Altivar 71 (Schneider Electric)
SW	8-портовий 1 Гбіт/с комутатор TP-Link	1	TP-Link TL- SG108

2.5. Опис інформаційного забезпечення виробництва та основного відділення

Автоматизована система керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) на молочному заводі створена на основі мережі M1 та мережі M2.

Мережа M1 створена на основі технології Modbus RTU. Вид мережі M1 та інформаційні потоки в ній показуються на рис. 2.3.

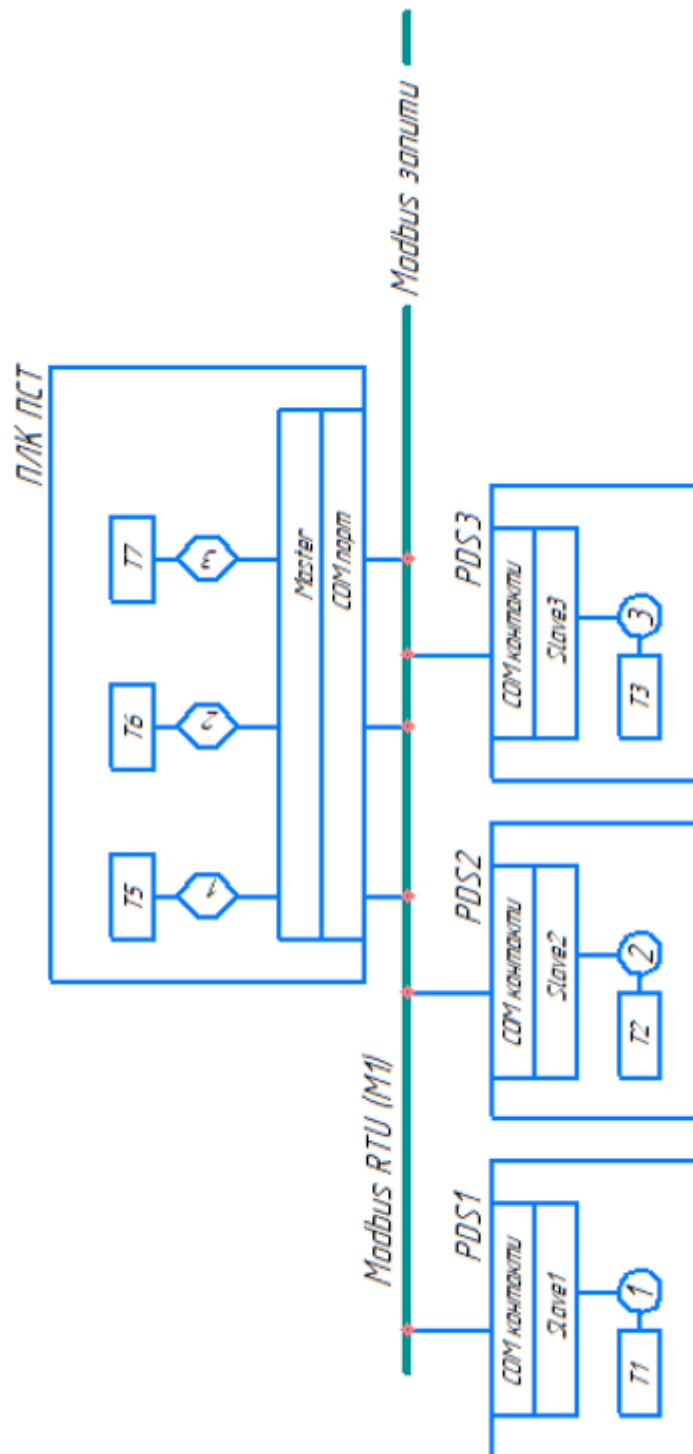


Рис. 2.3. Вид мережі M1 та її інформаційні потоки.

Інформаційні потоки між ПК ПСТ, ПЛК ПСТ, ПК СІР, ПЛК СІР показуються на рис. 2.5.

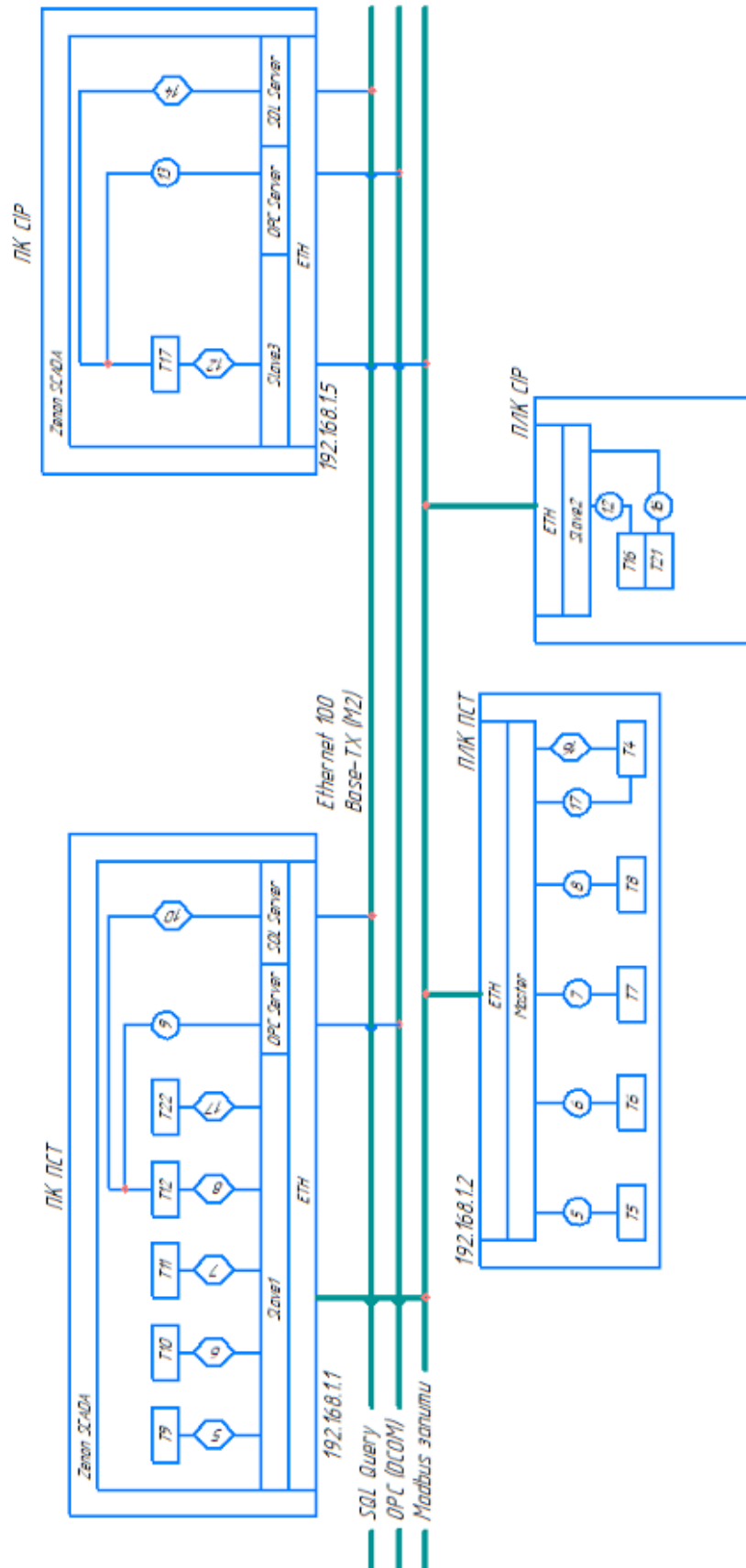


Рис. 2.5. Інформаційні потоки між ПК ПСТ, ПЛК ПСТ, ПК СІР, ПЛК СІР.

Інформаційні потоки між ПК ПСТ, ПК СІР, ПК ГТЕХ, ТС ПСТ показуються на рис. 2.6.

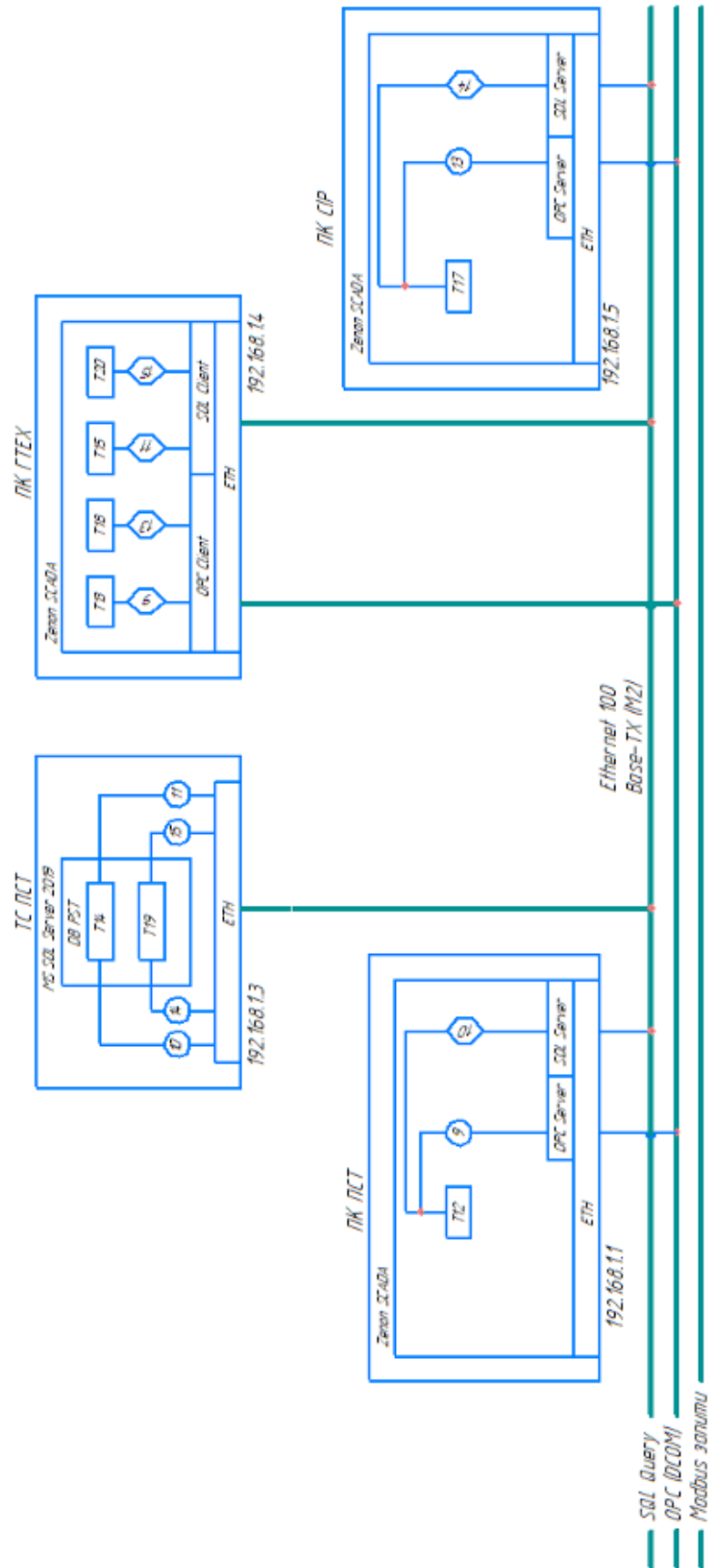


Рис. 2.6. Інформаційні потоки між ПК ПСТ, ПК СІР, ПК ГТЕХ, ТС ПСТ.

Вміст інформаційних потоків в мережі М1 та в мережі М2 показуються в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Мережні змінні АСК ПСТ.

Призначення	ПЛК ПСТ	ПК ПСТ	PDS1-PDS3	ПЛК СІР	ПК СІР	ПК ГТЕХ	ТС
Температура пастеризації	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Температура охолодження	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Температура в резервуарі	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Рівень в резервуарі	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Жирність в резервуарі	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Клапан подачі гарячої води	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Клапан подачі холодоагенту	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Клапан подачі холодоагенту в резервуар	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Клапан впуску	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Клапан випуску	T8	T12	–	–	–	T13	T14
Завдання кількості миючого розчину для мийки відділення	T22	T4	–	T21	T17	T18	T19

Продовження таблиці 2.4.

Призначення	ПЛК ПСТ	ПК ПСТ	PDS1- PDS3	ПЛК СІР	ПК СІР	ПК ГТЕХ	ТС
Команда на пуск/стоп двигуна М1	T5	T9	T1	-	-	-	-
Команда на пуск двигуна М2	T6	T10	T2	-	-	-	-
Команда на пуск/стоп двигуна М3	T7	T11	T3	-	-	-	-
Дистанційна команда на пуск/стоп двигуна М1	T5	T9	T1	-	-	-	-
Дистанційна команда на пуск/стоп двигуна М2	T6	T10	T2	-	-	-	-
Дистанційна команда на пуск/стоп двигуна М3	T7	T11	T3	-	-	-	-
Завдання швидкості обертів двигуна М1	T5	T9	T1	-	-	-	-
Завдання швидкості обертів двигуна М2	T6	T10	T2	-	-	-	-
Завдання швидкості обертів двигуна М3	T7	T11	T3	-	-	-	-

Інформаційне забезпечення використане в АСК ПСТ для функціонування інформаційних потоків в мережі М1 та в мережі М2 показується в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. Опис інформаційного забезпечення.

Тип програмного засобу	Виробник	Назва	Примітки
<i>ПЗ для ПК ПСТ</i>	<i>COPA-DATA</i>	<i>Zenon SCADA</i>	
<i>ПЗ для ПЛК ПСТ</i>	<i>Schneider Electric</i>	<i>So Machine</i>	
<i>ПЗ для ПК СІР</i>	<i>COPA-DATA</i>	<i>Zenon SCADA</i>	
<i>ПЗ для ПЛК СІР</i>	<i>Schneider Electric</i>	<i>So Machine</i>	
<i>ПЗ для ПК ГТЕХ</i>	<i>COPA-DATA</i>	<i>Zenon SCADA</i>	
<i>ПЗ для ТС ПСТ</i>	<i>Microsoft</i>	<i>MS SQL Server 2019</i>	

Розділ 3. Розробка підсистеми керування технологічним процесом

3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня

В схемі автоматизації (СА) автоматизованої системи керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) на молочному заводі показується:

- здійснення контролю жирності пастеризованого молока в резервуарі датчиком за поз. 5а;
- здійснення керування змішувачем в резервуарі частотним перетворювачем поз. PDS3;
- здійснення керування 3-х ходовим пневматичним клапаном подачі молока чи миючого розчину (клапан впуску) за поз. 6в електропневматичним перетворювачем за поз. 6а;
- здійснення керування 3-х ходовим пневматичним клапаном подачі охолодженого пастеризованого молока на виробництво чи миючого розчину в каналізацію (клапан випуску) за поз. 6г електропневматичним перетворювачем за поз. 6б;
- здійснення керування рівнем (датчик за поз. 4а) в резервуарі частотними перетворювачами за поз. PDS1 та за поз. PDS2;

- здійснення регулювання температурою (датчик за поз. 1а) пастеризації молока в пастеризаційно-охолоджувальній установці пневматичним клапаном (за поз. 1в) подачі гарячої води з котельні електропневматичним перетворювачем за поз. 1б;
- здійснення регулювання температурою (датчик за поз. 2а) охолодження молока в пастеризаційно-охолоджувальній установці пневматичним клапаном (за поз. 2в) подачі холодоагенту з системи охолодження електропневматичним перетворювачем за поз. 2б;
- здійснення регулювання температурою (датчик за поз. 3а) охолодження молока в резервуарі пневматичним клапаном (за поз. 3в) подачі холодоагенту з системи охолодження електропневматичним перетворювачем за поз. 3б.

Специфікація приладів використаних в АСК ПСТ показується в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня.

Поз.	Найменування та технічна характеристика засобу	Тип, марка, позначення документа, листа опитування	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлявач/виробник	Одиниця виміру	К-сть	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1а 2а 3а	Термометр опору Pt100 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 В DC, діапазон вимірювань -50...+400 °С	902120/11-402-1001-12-410-254/331 Каталог JUMO	-	JUMO	°С	3	-	Пас.: 80 °С Охол.: 6 °С Резерв.: 4 °С
1б 2б 3б	Перетворювач електропневматичний для перетворення аналогового сигналу постійного струму: 4-20 мА в уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа. Уживл.=24 V.	Sentronic LP G617A42200 A0003 Каталог ASCO Numatics	-	ASCO Numatics	шт.	3	-	-
1в 2в 3в	Пневматичний клапан Ржив. = 140 кПа, Рвих. = 20-100 кПа.	Dwyer Hi-Flow 2005VA42-230 Каталог Dwyer	-	Dwyer	шт.	3	-	-
6а 6б	Перетворювач електропневматичний для перетворення дискретного сигналу постійного струму: 24В в уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа. Уживл.=24 V.	Sentronic LP G617A45200 A0003 Каталог ASCO Numatics	-	ASCO Numatics	шт.	2	-	-
6в 6г	3-х ходовий пневматичний клапан Ржив. = 140 кПа, Рвих. = 20-100 кПа.	Dwyer Hi-Flow 3005WA42-220 Каталог Dwyer	-	Dwyer	шт.	2	-	-

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4а	Радарний рівнемір з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, напруга живлення 24 В DC, діапазон вимірювань 0...30 м	Micropilot FMR50 Каталог Endress+Hauser	-	Endress+ Hauser	м	1	-	2 м
5а	Датчик мутності, діапазон вимірювань 0-100 %, уніфікований вихідний сигнал 4-20мА, напруга живлення 24 В DC	SATRON VOM Каталог SATRON Instruments	-	SATRON Instruments	%	1	-	4 %
PDS1 PDS2 PDS3	Перетворювач частоти Altivar 71 електроприводу від 0,75 до 75 кВт	Altivar 71 Каталог Schneider Electric	-	Schneider Electric	шт.	3	-	
M1 M2	Насос з трьохфазним асинхронним двигуном, потужність 3 кВт, напруга живлення 380 В.	Grundfos TP 125- 90/6 Каталог Насос-Монтаж	-	Насос- Монтаж	шт.	2	-	
M3	Трьохфазний асинхронний двигун, потужність 2.2 кВт, напруга живлення 380 В	AIP80B2 Каталог Системакс	-	ООО "Систе- макс"	шт.	1	-	

3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК

ПЛК ПСТ Schneider Electric M221 застосовується в автоматизованій системі керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) на молочному заводі, а його конфігурація задіяних модулів показується на рис. 3.1 та в таблиці 3.2.



Рис. 3.1. Конфігурація модулів ПЛК ПСТ Schneider Electric M221.

Таблиця 3.2. Специфікація модулів ПЛК ПСТ.

Поз	Найменування та технічна характеристика засобу	Тип, марка, позначення документу, листа опитування	Код обладнання	Завод-виготовлювач/виробник	Одиниця виміру	К-сть	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ПРОГРАМОВАНІЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР ПЛК ПСТ – M221							
0	Процесорний модуль	Каталог M221	TM221CE16R	Schneider Electric, Франція	шт	1		
1	Модуль 8AI	Каталог M221	TM3AI8	Schneider Electric, Франція	шт	1		
3	Модуль 4AO	Каталог M221	TM3AQ4	Schneider Electric, Франція	шт	1		

Аналогові вхідні сигнали та аналогові і дискретні вихідні сигнали в ПЛК ПСТ показуються в таблицях 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.3. Перелік аналогових вхідних сигналів для ПЛК ПСТ.

Поз.	Найменування вимірювальної величини	Одиниці та діапазон виміру	Тип та діапазону вимір. сигналу	Періодичність, с	Точність виміру, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1а	Температура пастеризації	-50 °С ... +400 °С	4-20 мА	60	0.5	датчик 1а
2а	Температура охолодження	-50 °С ... +400 °С	4-20 мА	60	0.5	датчик 2а
3а	Температура в резервуарі	-50 °С ... +400 °С	4-20 мА	60	0.5	датчик 3а
4а	Рівень в резервуарі	0-30 м	4-20 мА	60	0.5	датчик 4а
5а	Жирність в резервуарі	0-100 %	4-20 мА	60	0.5	датчик 5а

Таблиця 3.4. Перелік аналогових/дискретних вихідних сигналів для ПЛК ПСТ.

Поз.	Найменування вихідної величини	Одиниці та діапазон виходу	Тип та діапазону вихідного сигналу	Періодичність, с	Точність формування, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1в	Клапан подачі гарячої води	0-100 %ХРО	4-20 мА	60	0.5	ЕПП
2в	Клапан подачі холодоагенту	0-100 %ХРО	4-20 мА	60	0.5	ЕПП
3в	Клапан подачі холодоагенту в резервуар	0-100 %ХРО	4-20 мА	60	0.5	ЕПП
6в	Клапан впуску	0/24В	0/24В	–	–	ЕПП
6г	Клапан випуску	0/24В	0/24В	–	–	ЕПП

3.3. Схеми електричні принципові контурів вимірювання, керування, сигналізації та живлення

В автоматизованій системі керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) на молочному заводі в електричній принциповій схемі контурів вимірювання, керування та сигналізації нумерація провідників та позначення компонентів показується в таблиці 3.5.

Таблиця. 3.5. Позначення в схемі.

Позначення	Опис
QF1-QF2	Автоматичні 2-х фазні вимикачі з захистом від короткого замикання
БЖ	Блок живлення на 24 В постійного струму
800-807	Нумерація провідників з змінним струмом
900-915	Нумерація провідників з постійним струмом
100-109	Нумерація провідників з сигналом вимірювання
200-207	Нумерація провідників з сигналом управління
0800-0805	Нумерація провідників з пневматичним сигналом живлення
0200-0204	Нумерація провідників з пневматичним сигналом управління

3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж

В автоматизованій системі керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) на молочному заводі розроблена схема з'єднань та підключень проводок (СЗПП) промислової мережі М1 показується на рис. 3.2.

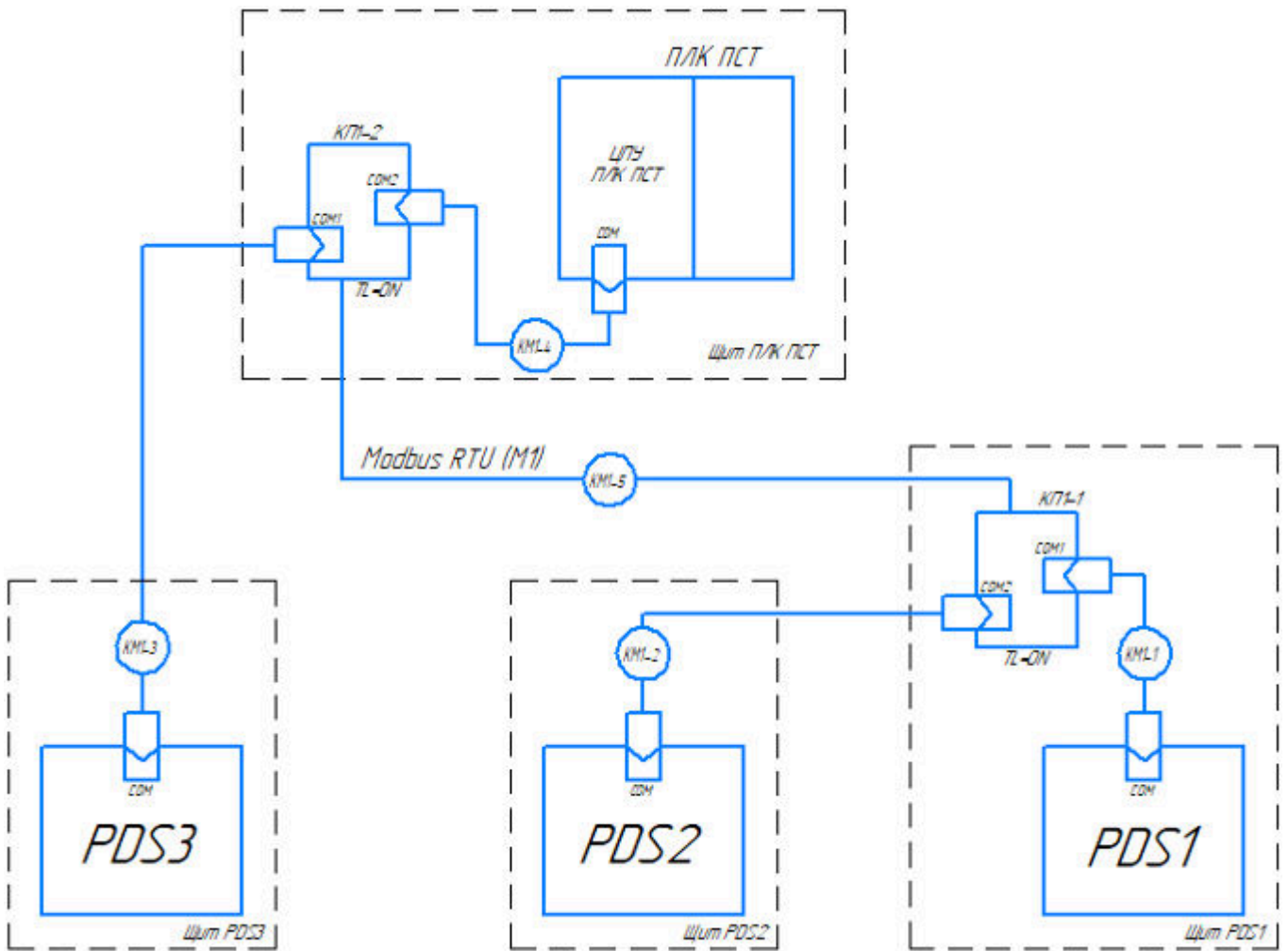


Рис. 3.2. СЗПП промислової мережі М1.

Для АСК ПСТ СЗПП промислової мережі М2 показується на рис. 3.3.

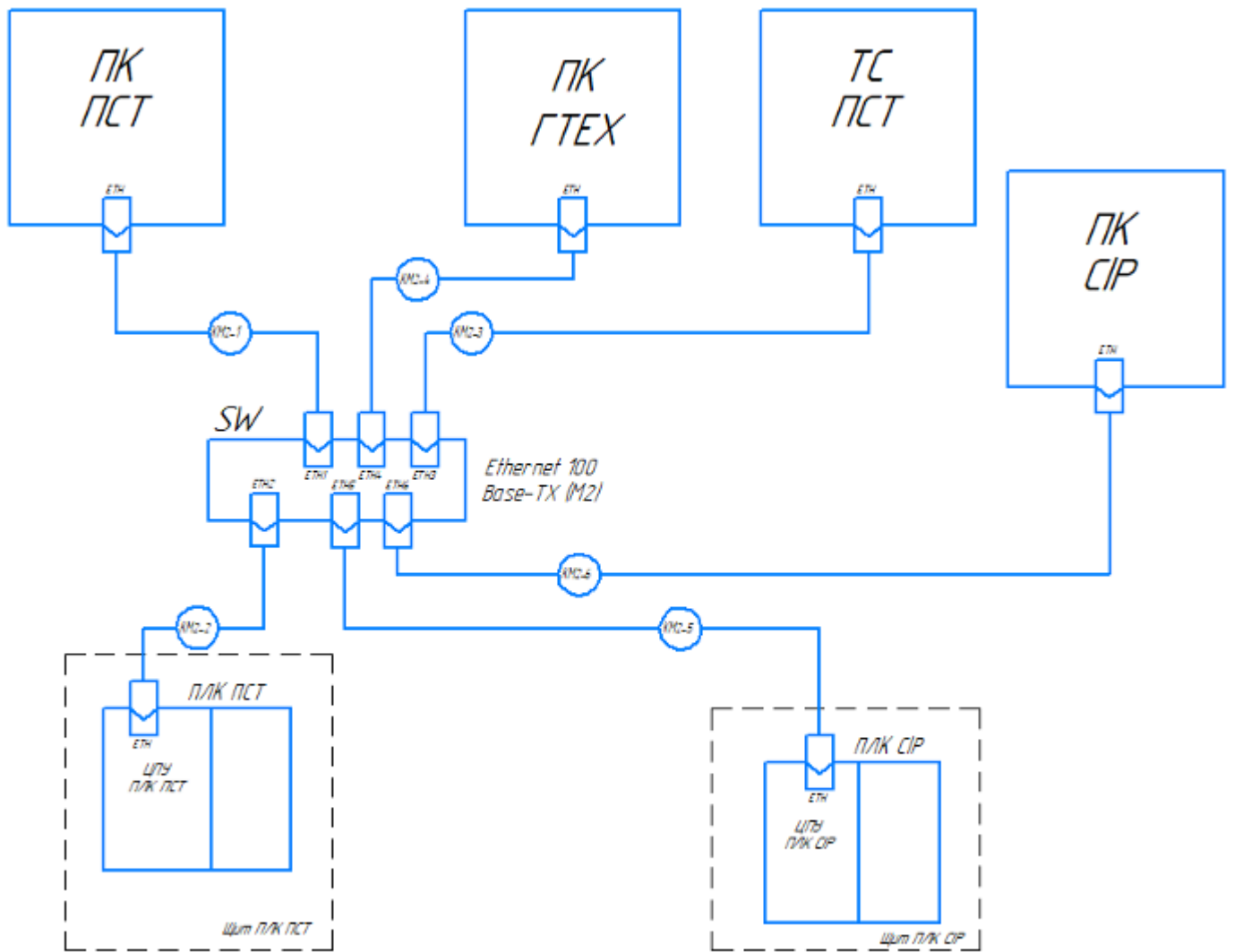


Рис. 3.3. СЗПП промислової мережі М2.

Специфікація для СЗПП промислової мережі М1 та промислової мережі М2 показується в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6. Специфікація елементів до схеми з'єднань.

Позначення	Найменування	К-ть	Примітка
1	2	4	5
Коробки з'єднувальні			
КП1-1 КП1-2	LU9 GC3 – коробка розгалуження з 8-ми портами RJ-45 (Schneider Electric) з термінатором лінії VW3 A8 306RC	2	
Мережні кабелі			
КМ1-1 КМ1-2 КМ1-3 КМ1-4	VW3 A8 306 R30 – кабель з роз'ємами RJ45 (Schneider Electric)	4	
КМ1-5	TSX CSA 100 – кабель екранованої подвійної витой пари (Schneider Electric)	1	
КМ2-1 КМ2-2 КМ2-3 КМ2-4 КМ2-5 КМ2-6	STP 5 кабель екранована подвійна вита пара для під'єднання карти Ethernet (RJ-45) та порту ЕТН комутатора (SW)	6	
Мережеве обладнання			
SW	TP-Link TL-SG108 – 8-портовий 1 Гбіт/с комутатор TP-Link	1	

Розділ 4. Розробка інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу пастеризації молока (ІПОЯ ПСТ)

Температура та час витримки при процесі теплової обробки молока (ТОМ), тобто процесу пастеризації молока, впливають на % жирності молока. Інтелектуальна підсистема оцінки якості процесу пастеризації молока (ІПОЯ ПСТ) прогнозуватиме % жирності молока після проходження процесу ТОМ при задані на вході в систему значень температури та часу витримки.

ІПОЯ ПСТ працюватиме на основі методів нечіткої логіки за алгоритмом Мамдані. ІПОЯ ПСТ буде будуватися в MATLAB в Fuzzy Logic Designer. Вигляд ІПОЯ ПСТ наводиться на рис. 4.1.

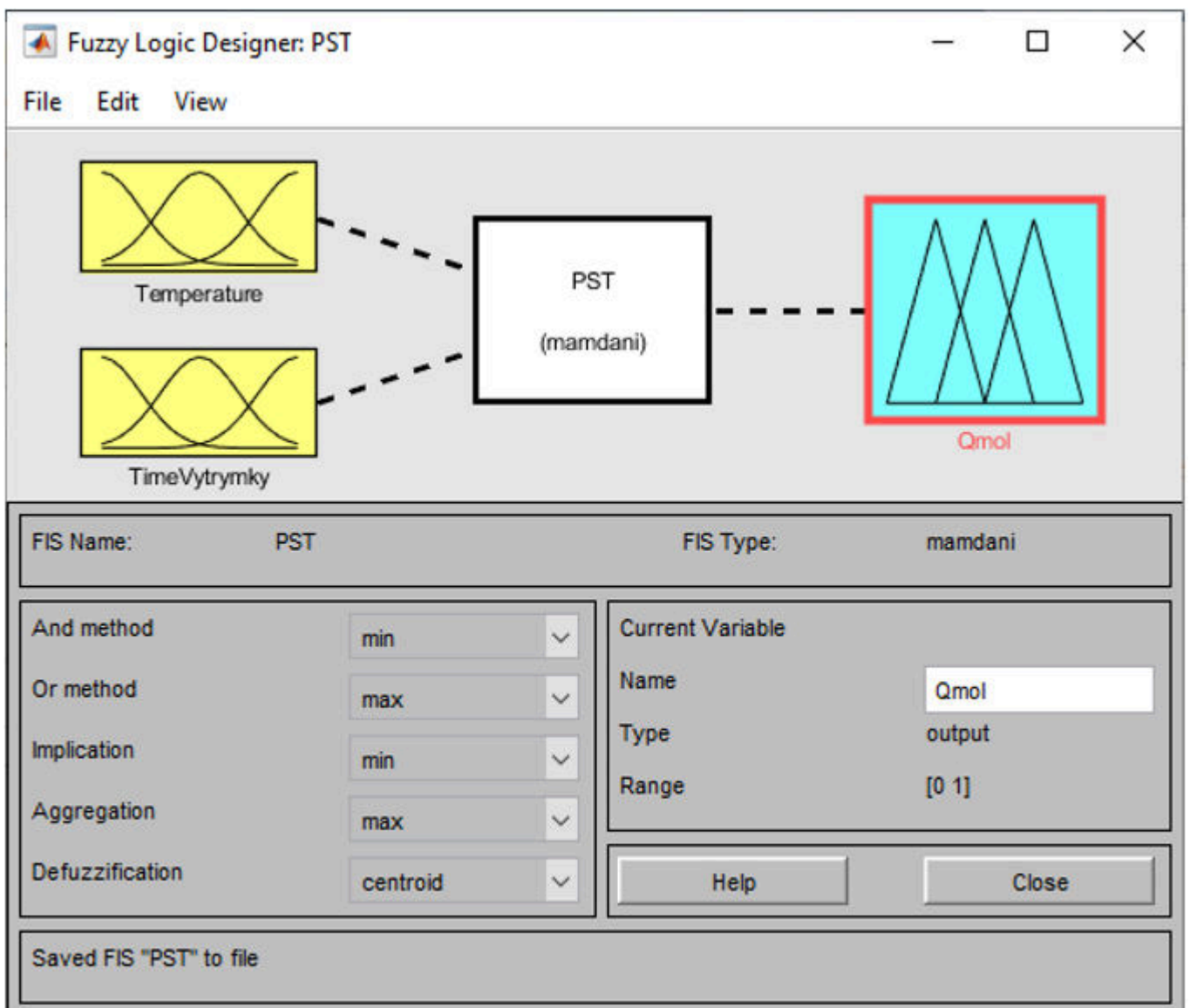


Рис. 4.1. ІПОЯ ПСТ.

Температура пастеризації (Temperature) на вході ПЮЯ ПСТ описується zmf, smf та gaussmf функціями належності (mf) з такими параметрами:

- T70: температура 70°C, zmf: [70 77], рис. 4.2;
- T80: температура 80°C, gaussmf: [2 80], рис. 4.3;
- T85: температура 85°C, gaussmf: [2 85], рис. 4.4;
- T95: температура 95°C, smf: [90 95], рис. 4.5.

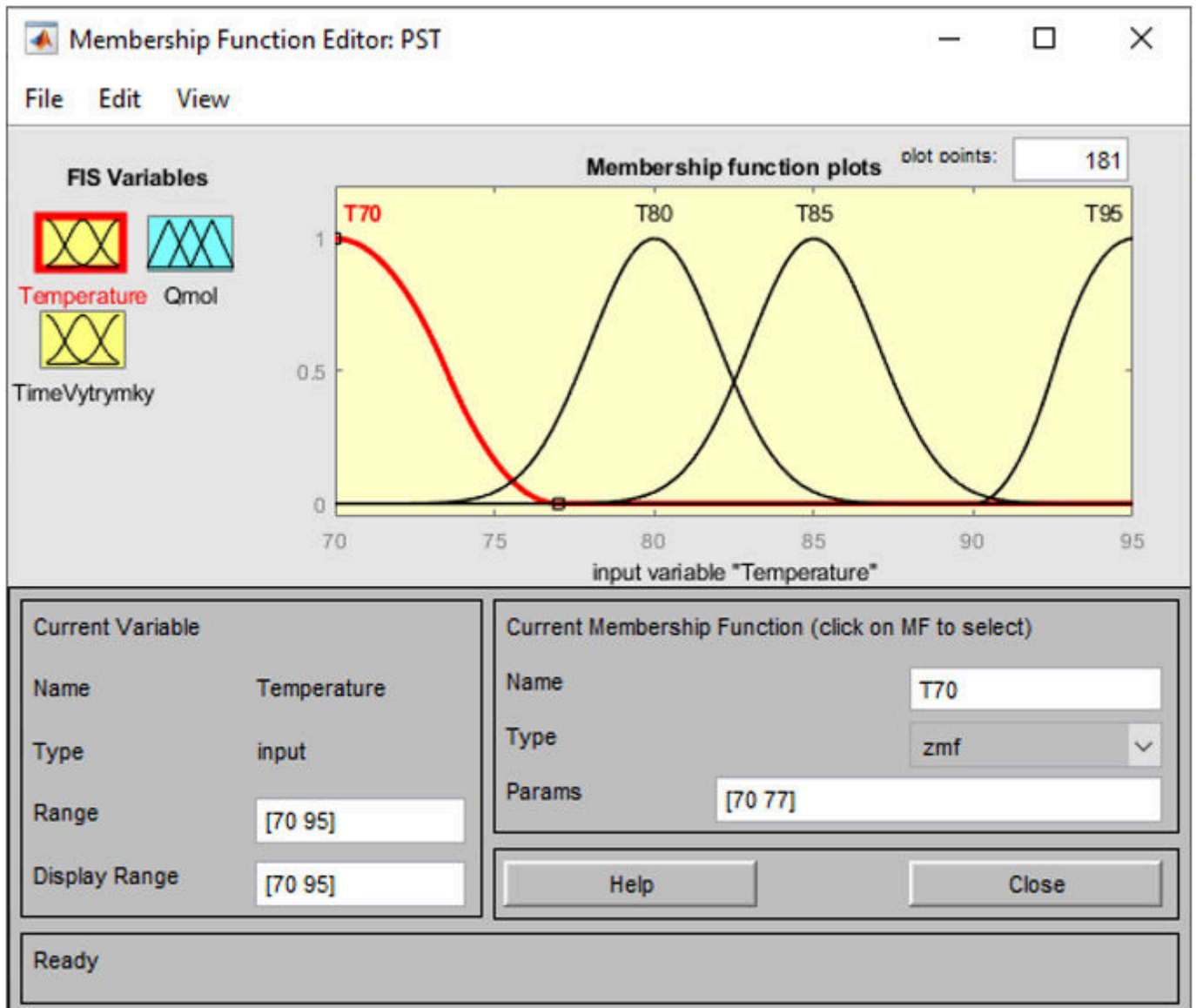


Рис. 4.2. T70.

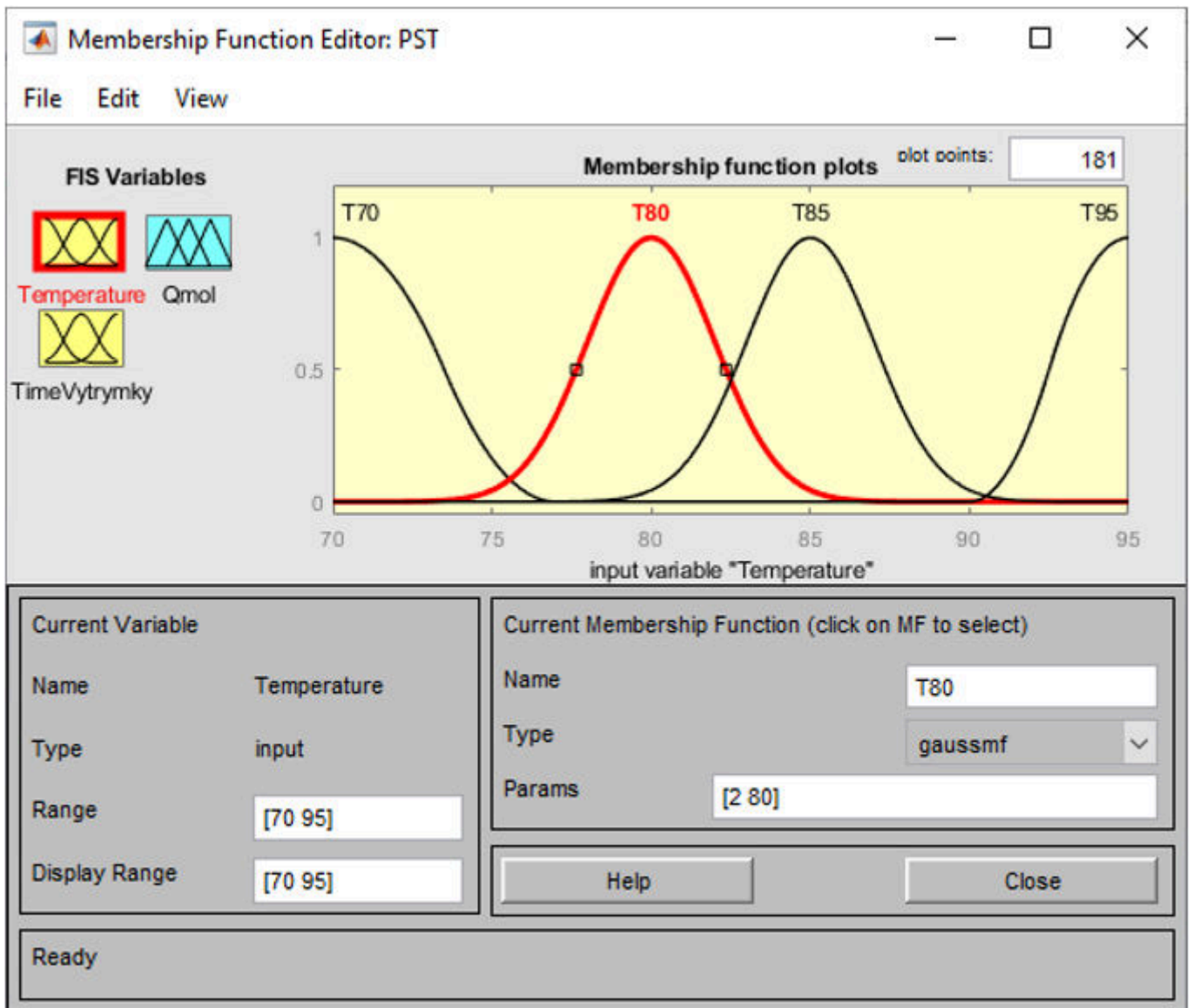


Рис. 4.3. T80.

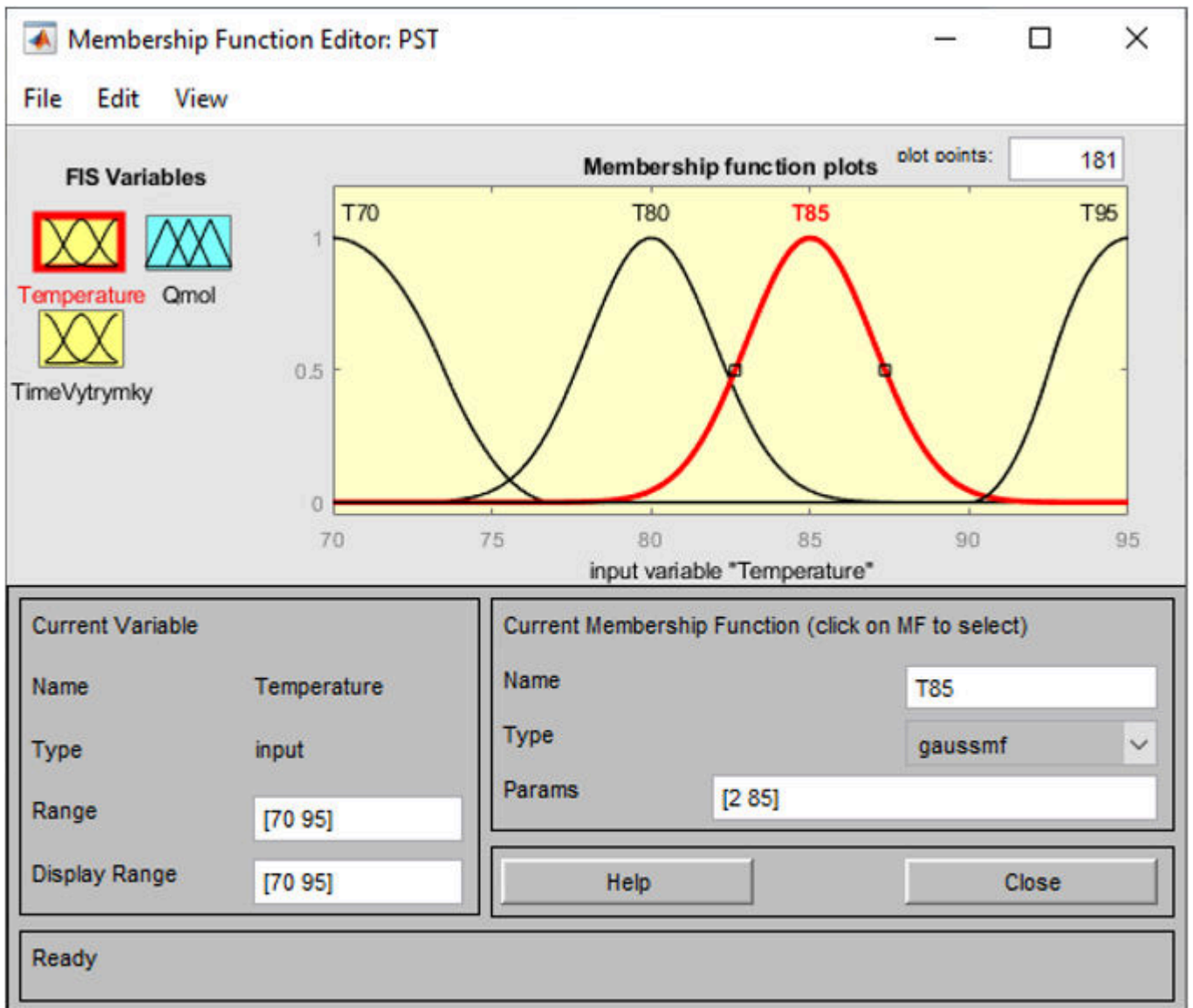


Рис. 4.4. T85.

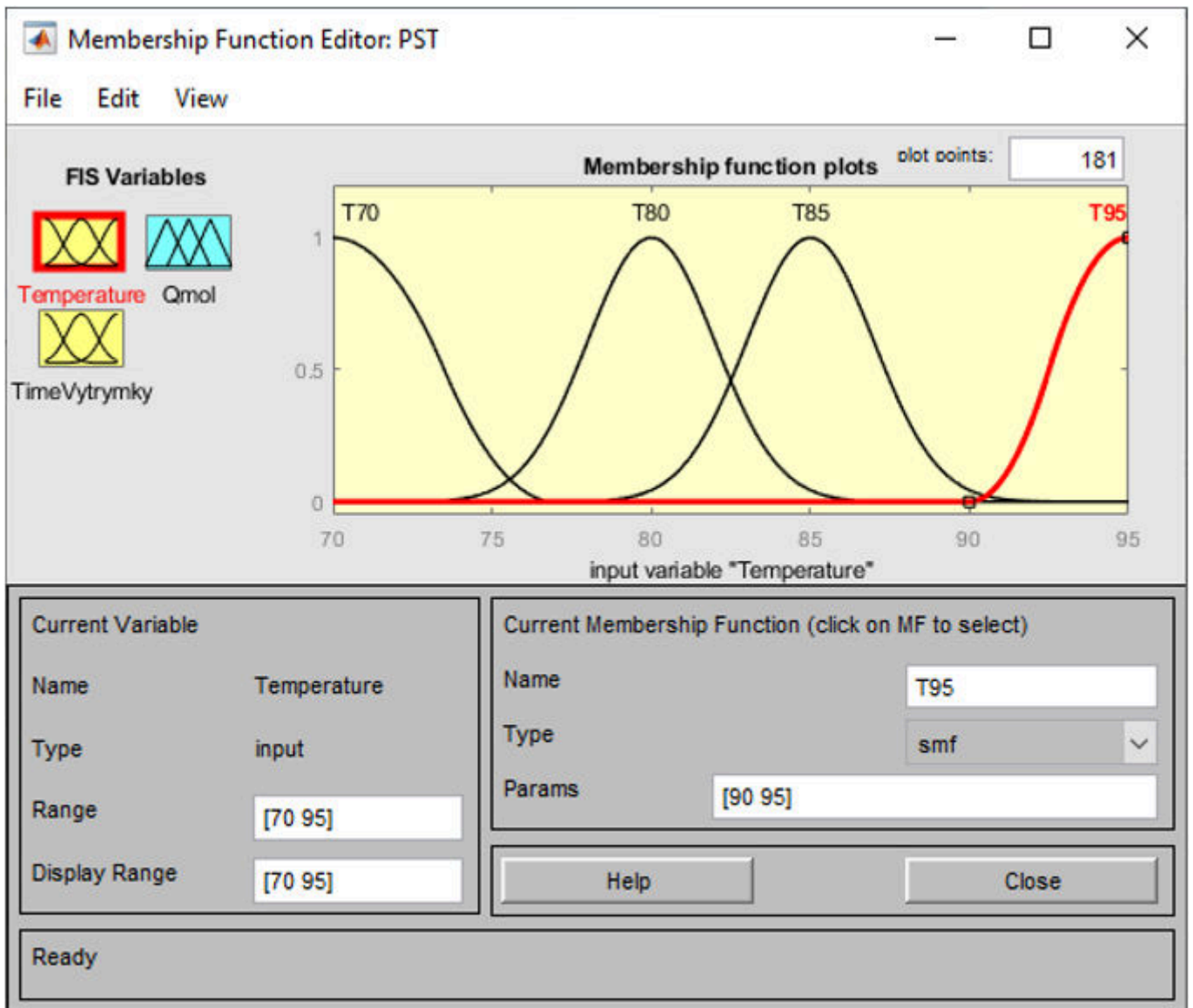


Рис. 4.5. T95.

Час витримки (TimeVytrymky) на вході ППОЯ ПСТ описується zmf, smf та gaussmf функціями належності (mf) з такими параметрами:

- V0: витримка 0 секунд, zmf: [0 5], рис. 4.6;
- V10: витримка 10 секунд, gaussmf: [2.5 10], рис. 4.7;
- V20: витримка 20 секунд, gaussmf: [2.5 20], рис. 4.8;
- V30: витримка 30 секунд, smf: [20 30], рис. 4.9.

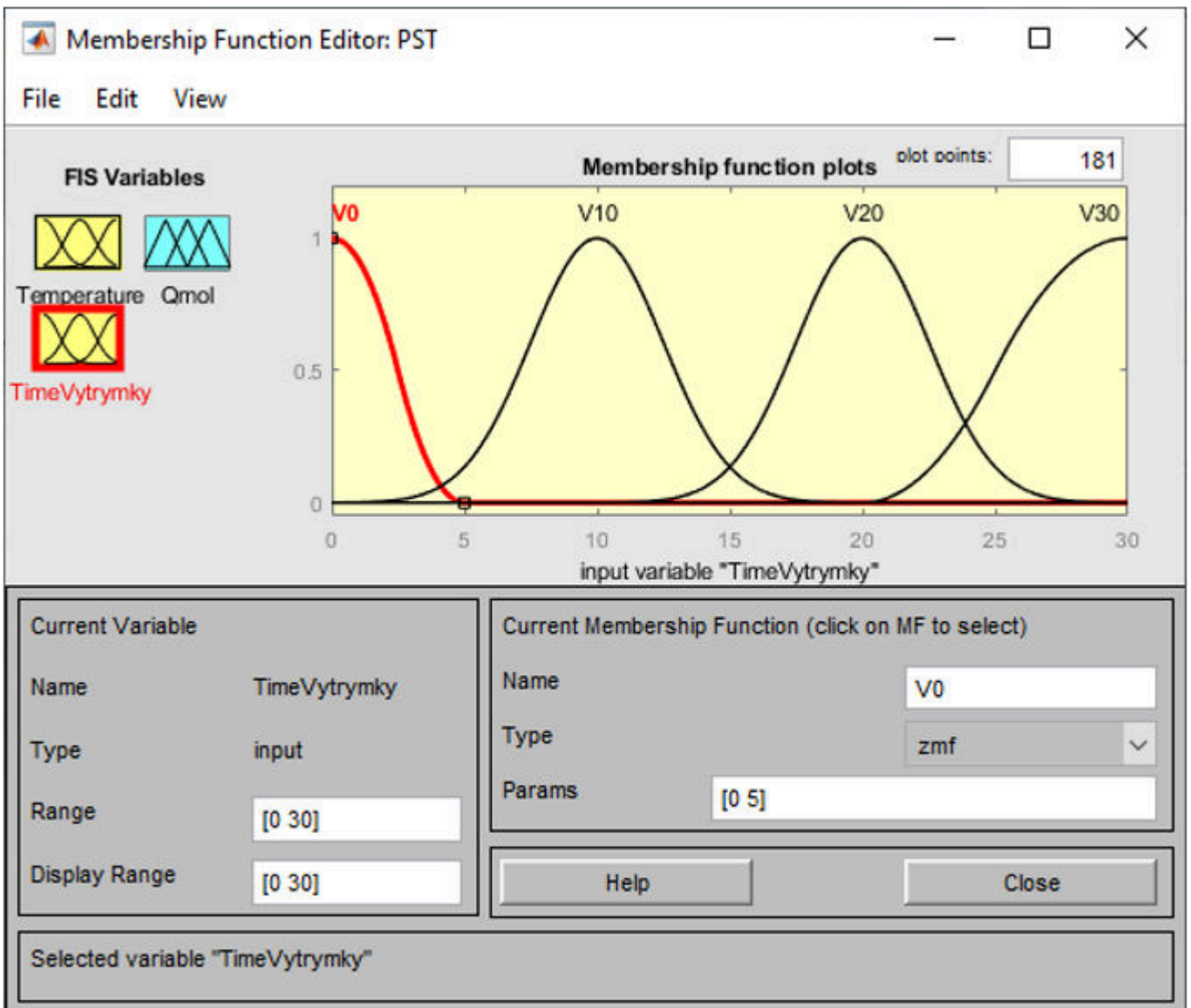


Рис. 4.6. V0.

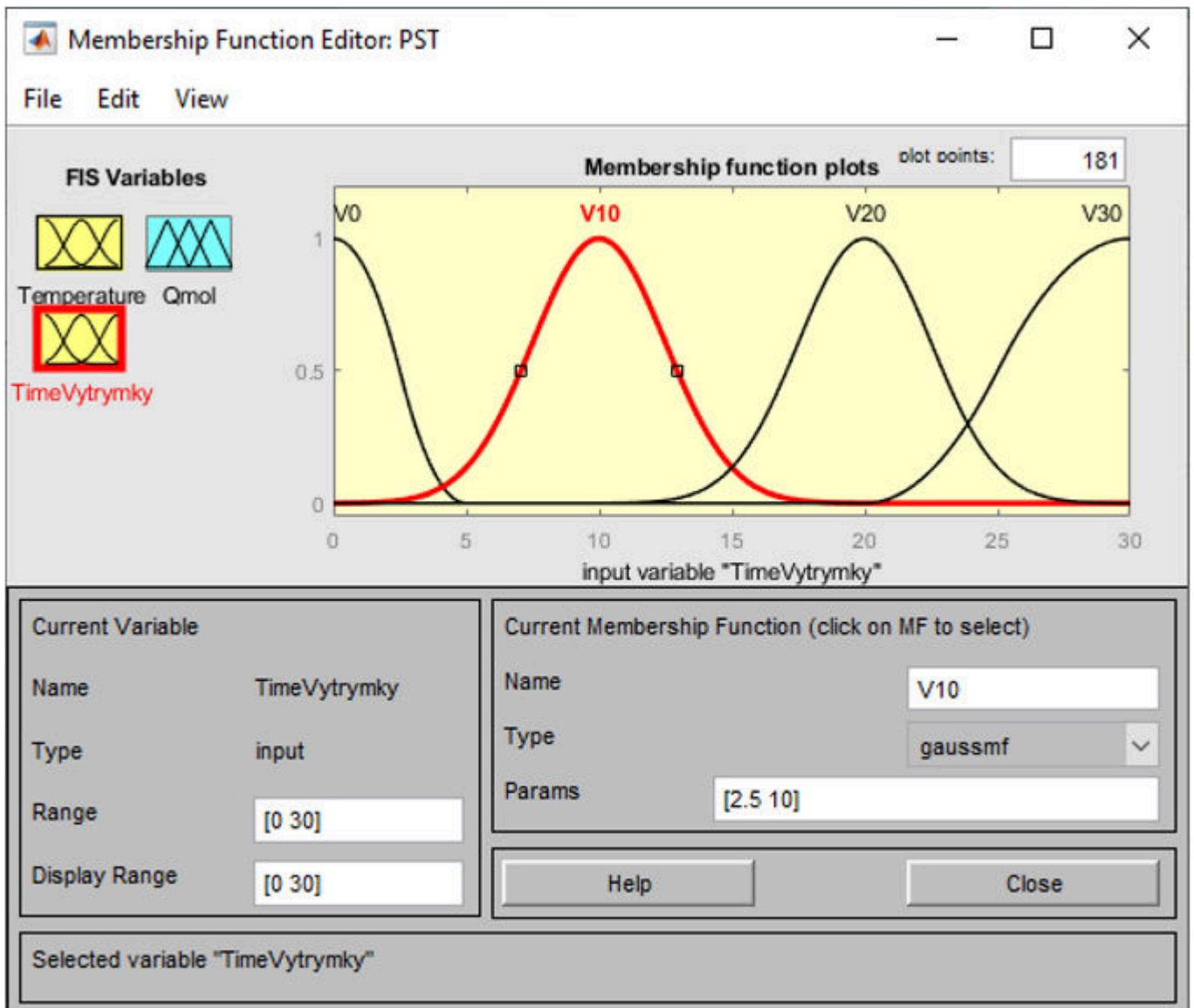


Рис. 4.7. V10.

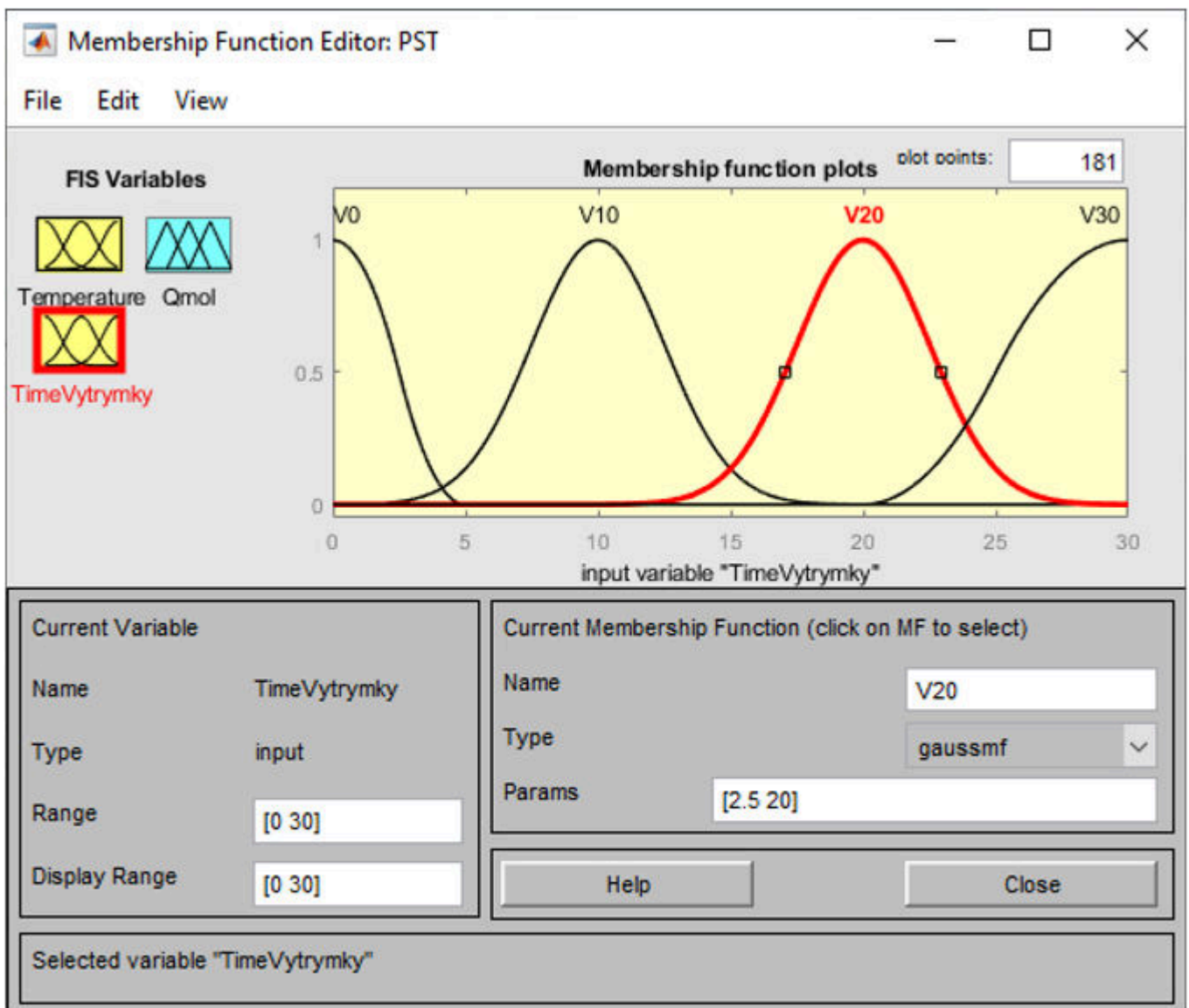


Рис. 4.8. V20.

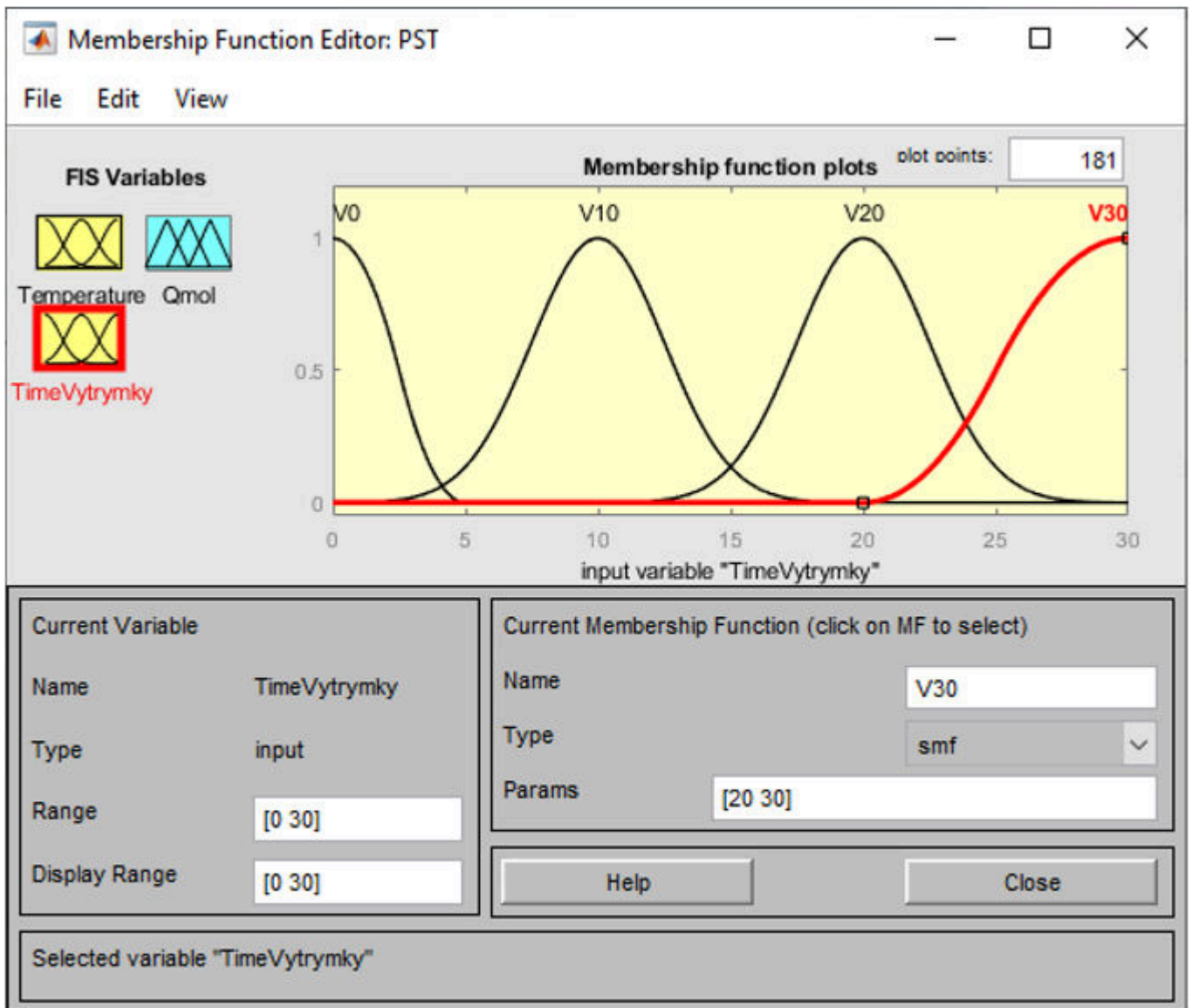


Рис. 4.9. V30.

% жирності молока (Q_{mol}) на виході ПЮЯ ПСТ описується zmf та $gaussmf$ функціями належності (mf) з такими параметрами:

- Q_0 : 0% жирності молока, zmf : [0 5], рис. 4.10;
- Q_{1-5} : 1,5% жирності молока, $gaussmf$: [2.5 10], рис. 4.11;
- Q_{2-5} : 2,5% жирності молока, $gaussmf$: [2.5 20], рис. 4.12;
- Q_{3-2} : 3,2% жирності молока, smf : [20 30], рис. 4.13.

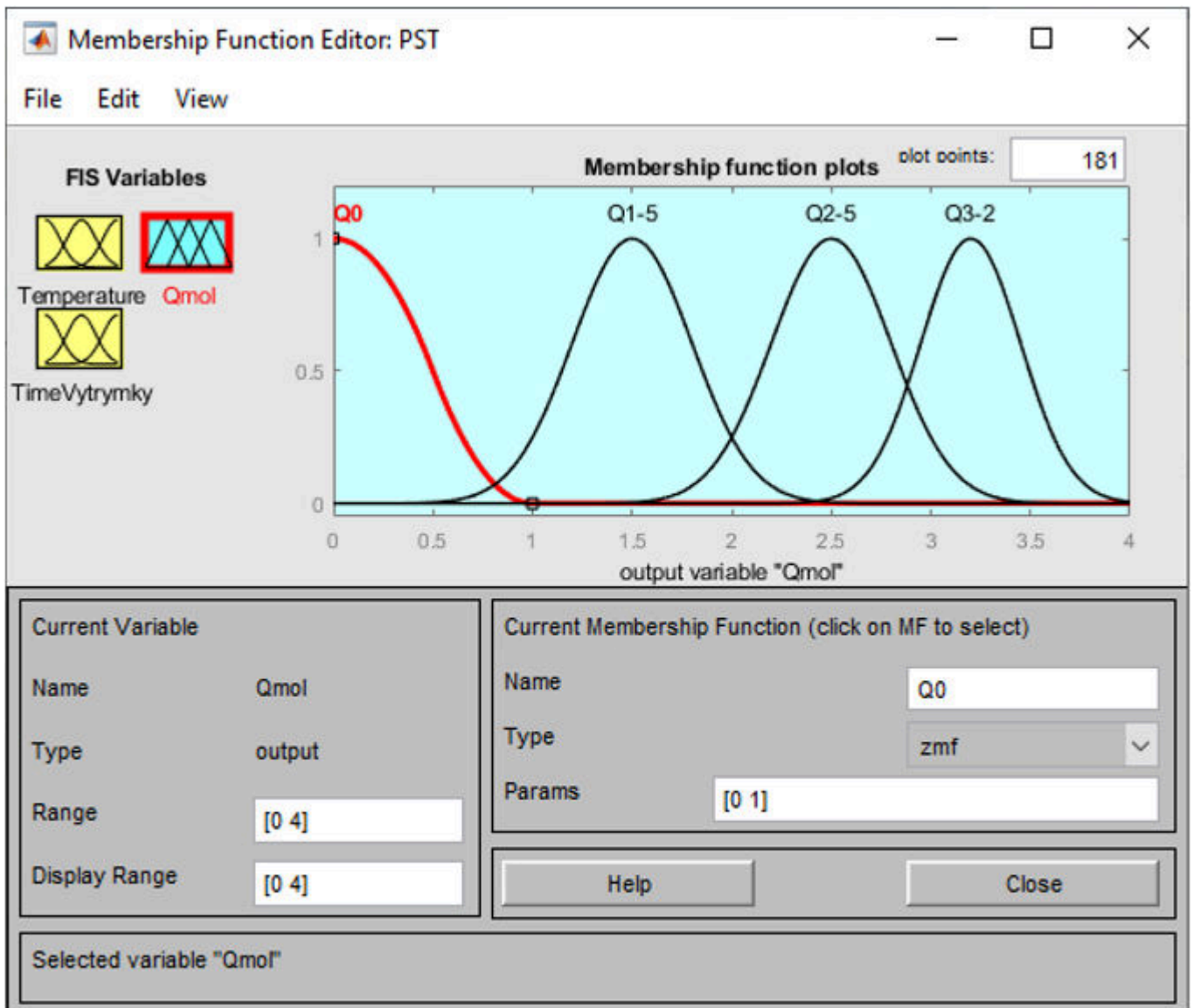


Рис. 4.10. Q_0 .

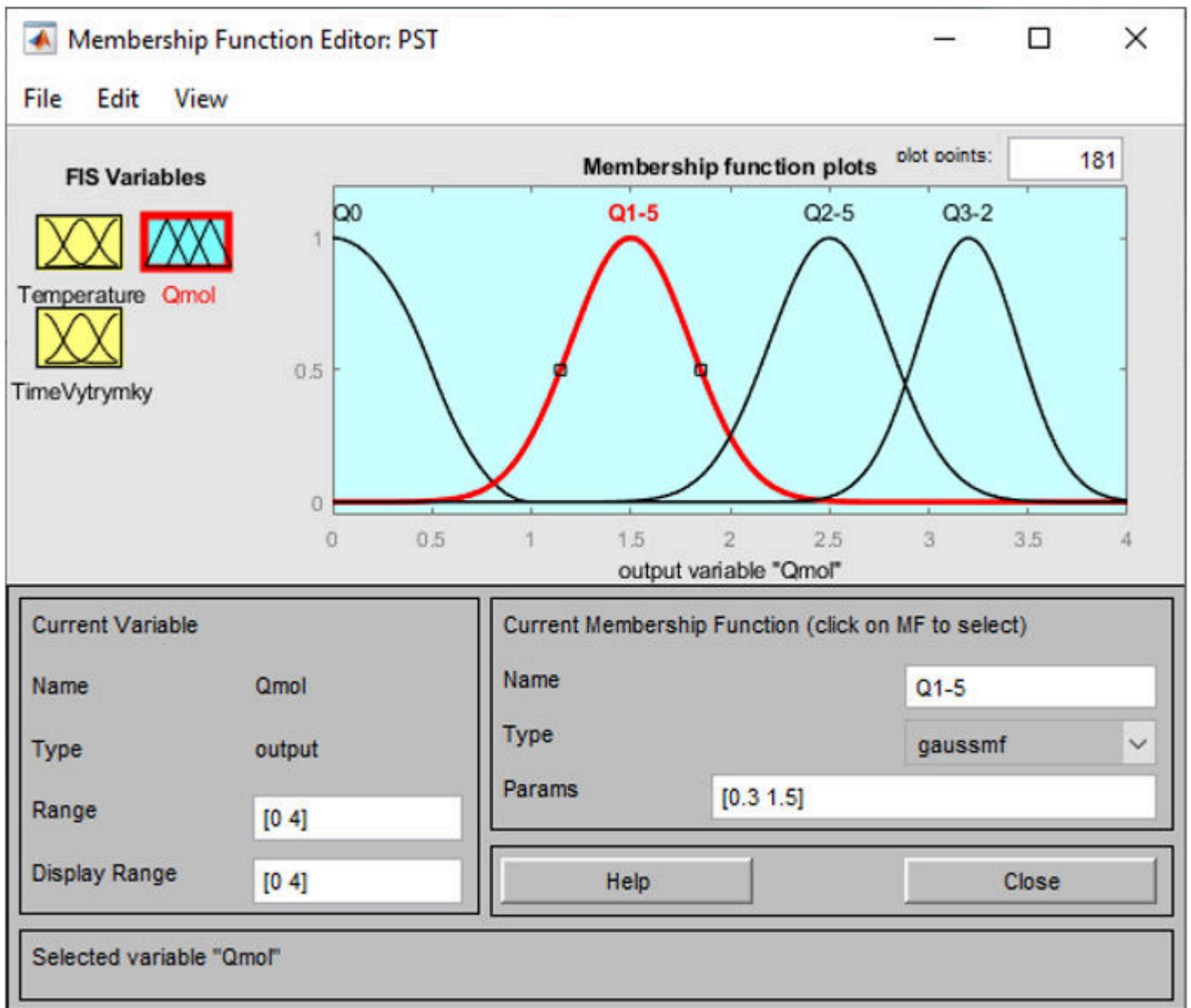


Рис. 4.11. Q1-5.

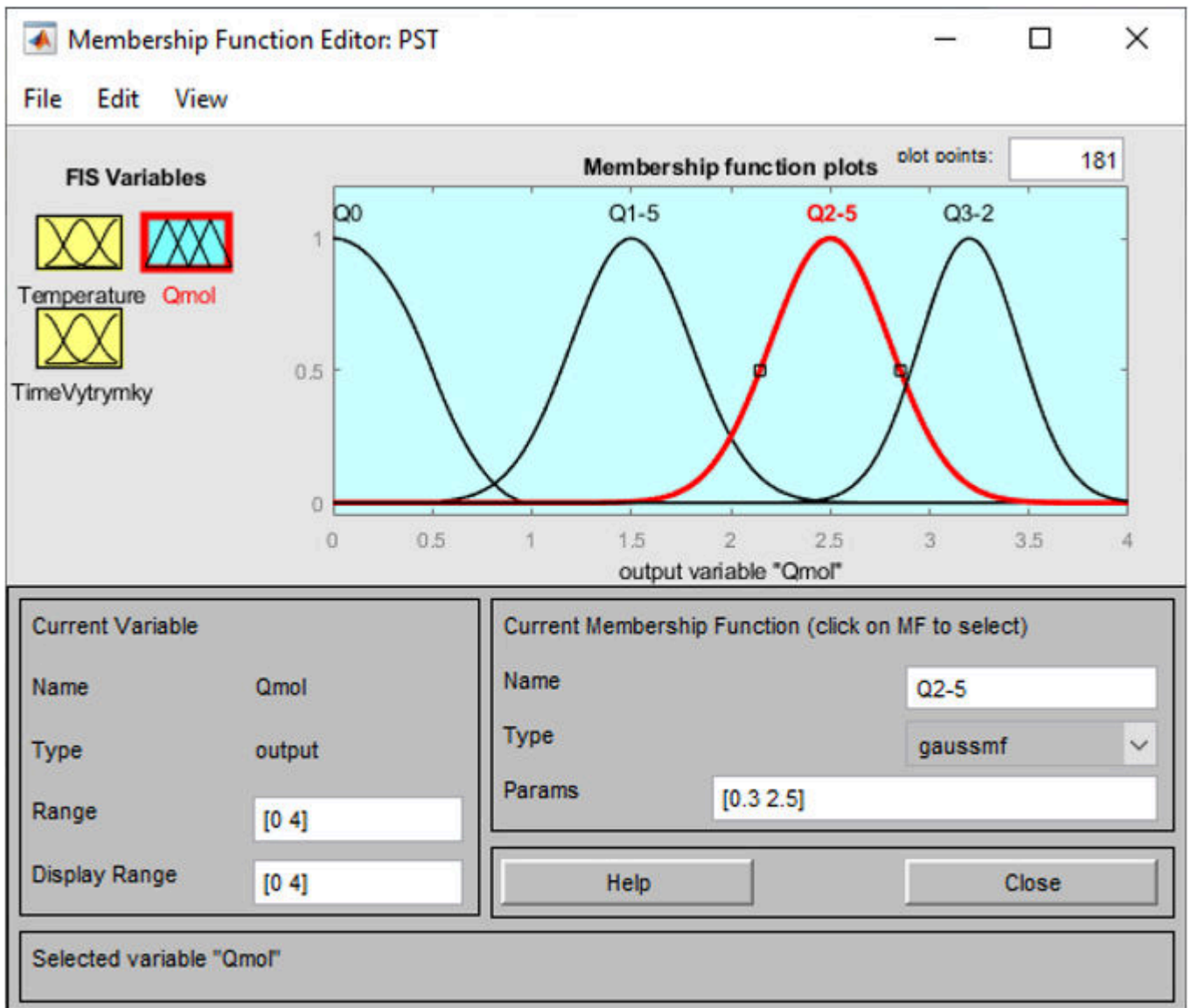


Рис. 4.12. Q2-5.

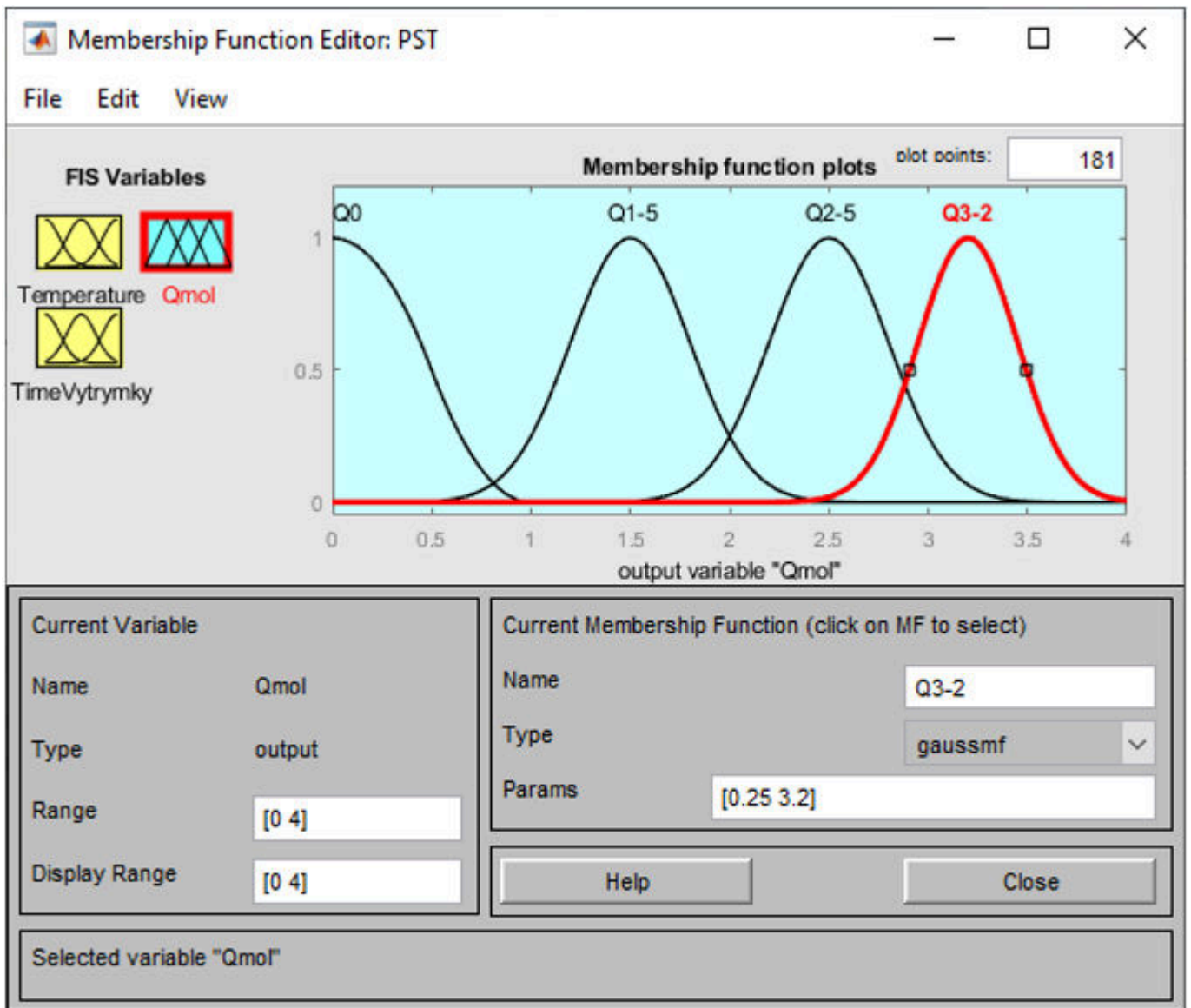


Рис. 4.13. Q3-2.

Для роботи ШОЯ ПСТ створені правила та сформована база правил, що наводиться на рис. 4.14.

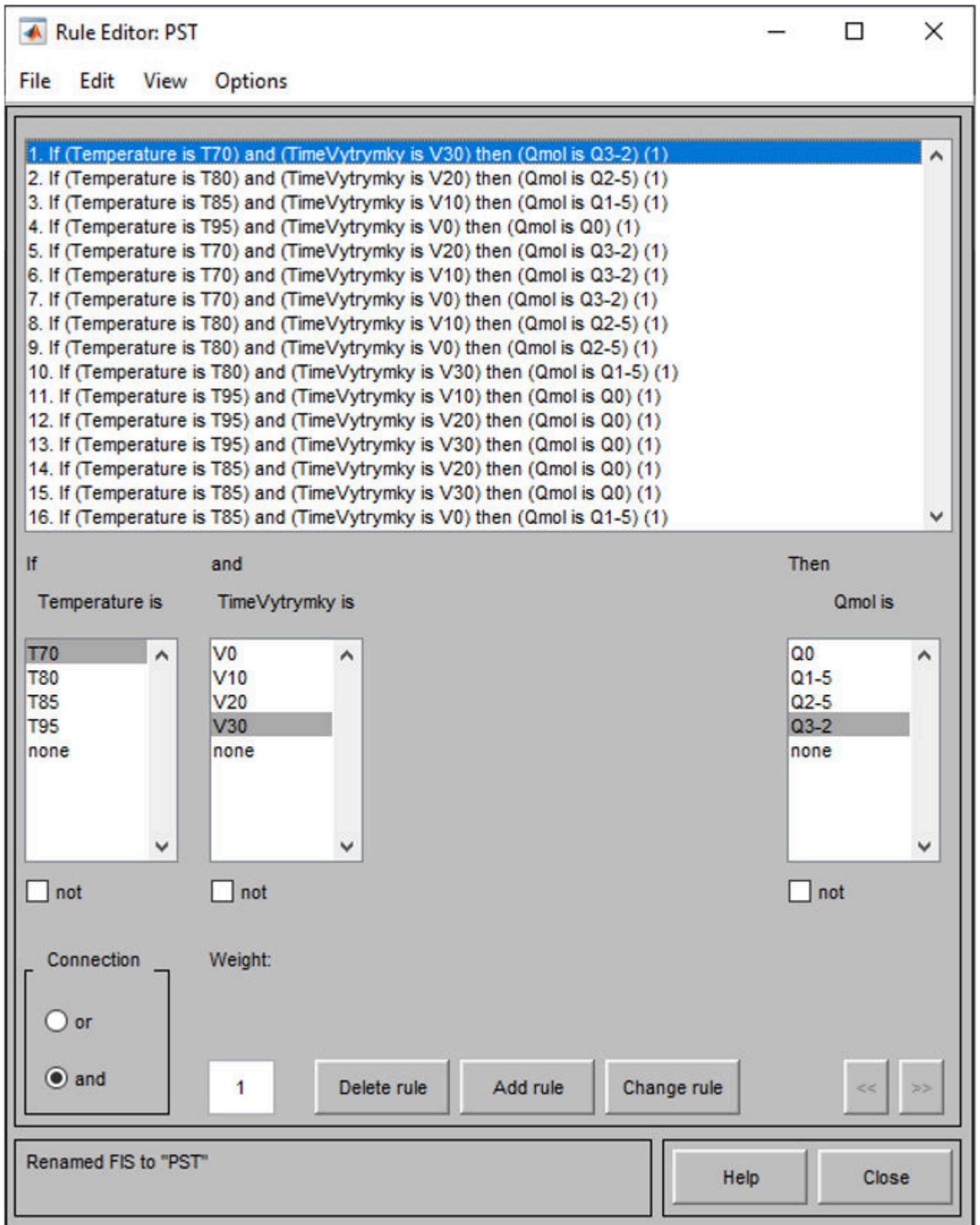


Рис. 4.14. База правил ШОЯ ПСТ.

Поверхня відгуку ШОЯ ПСТ, яка наводиться на рис. 4.15, по розставленим функціям належності та створеним правилам з бази правил дозволяє наглядно побачити зміну % жирності молока від температури пастеризації та часу витримки.

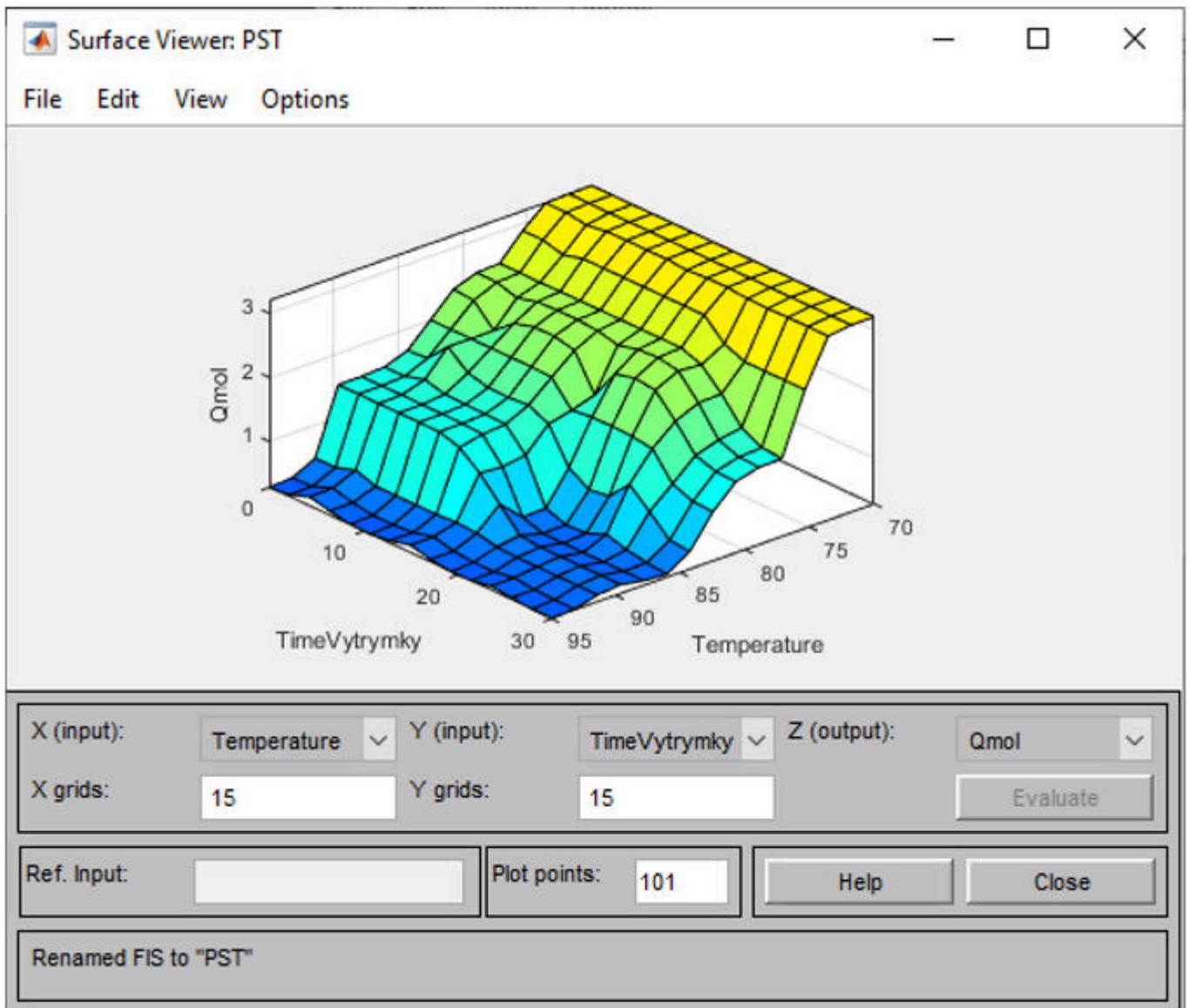


Рис. 4.15. Поверхня відгуку ШОЯ ПСТ.

Розроблена ШОЯ ПСТ дозволяє прогнозувати % жирності молока після проходження процесу ТОМ при задані на вході в систему значень температури та часу витримки.

Задаючи на вході системи температуру та час витримки оператор отримує прогнозовану значення % жирності молока, що дозволить проводити процес ТОМ оптимально та отримувати потрібний % жирності молока після проведення процесу ТОМ.

Отримання заданого % жирності молока після проведення процесу ТОМ дозволить в подальшому виготовляти молочну продукцію високої якості забезпечуючи прибутковість молочного заводу.

Висновки

В кваліфікаційній роботі магістра розглянуто розробку автоматизованої системи керування процесу пастеризації молока (АСК ПСТ) на молочному заводі з інтелектуальною підсистемою оцінки якості процесу пастеризації молока (ШОЯ ПСТ).

АСК ПСТ спроектована з використанням сучасного промислового логічного контролера (ПЛК) M221 від Schneider Electric та використання якісних та популярних технічних засобів вимірювання та регулювання.

ШОЯ ПСТ дозволяє спрогнозувати % жирності молока на виході з пастеризаційно-охолоджувальної установки (ПОУ) по завершенню процесу теплової обробки молока (ТОМ).

Одержання % жирності молока заданого значення після проведення процесу ТОМ дозволяє виготовляти молочну продукцію високої якості, тим самим забезпечуючи прибутковість молочного заводу.

Список використаних джерел

1. Пастеризаційно-охолоджувальна установка А1-ОК2Л-5. URL:
<https://mtsp.com.ua/ua/catalog/product/pasterizatsijno-oholodzhivalna-ustanovka-a1-ok2l-5/>
2. Пастеризація молока. URL:
https://promupac.com/o_predpriyatii/blog/pasterizatsiya_moloka
3. Універсальні пастеризаційно-охолоджувальні установки пластинчасті автоматичні 1000 – 30000 л/год. URL:
<http://www.attis.com.ua/site/equipment/universal-pasteurizing-cooling-plants.html>
4. Пастеризаційно-охолоджувальна установка. URL:
<https://lakta-service.com/product/pasterizatori/>
5. JUMO Temperature Sensor 902120 Plug-in RTD-B junction box (902120-11). URL: http://www.tpqe.com/engtpqe_products_detail.asp?id=455&kcid=2221
6. ASCO NUMATICS Sentronic LP. URL:
https://www.valves-direct.com/wp-content/uploads/2017/11/Series_617_-_ASCO_NUMATICS_Sentronic_LP_Proportional_Valves.pdf
7. HI-FLOW CONTROL VALVES. URL:
https://www.dwyer-inst.com/PDF_files/Hi_Flow.pdf
8. Satron VOM Optical Sensor. URL:
<https://satron.com/product/satron-vom-optical-sensor/>
9. Технічний опис Micropilot FMR50. Радарний рівнемір. Вимір рівня рідин. URL:
https://portal.endress.com/wa001/dla/5000776/9266/000/00/TI01039FRU_0112.pdf
10. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
11. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.

12. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
13. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
14. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
15. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
16. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
17. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
18. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
19. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
20. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
21. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.
22. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.

23. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
24. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
25. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
26. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
27. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
28. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
29. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
30. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovoui Literatury, 2014.- 240 p.

31. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
32. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
33. Методи сучасної теорії управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
34. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
35. Системний аналіз складних систем управління. Практикум: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
36. Методи сучасної теорії управління: підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
37. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
38. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.
39. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035

40. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.
41. Кишенько В.Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" наряду 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.
42. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" наряду 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
43. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
44. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.
45. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.