

Магістерська кваліфікаційна робота

**Комп'ютеризований навчальний засіб для
практичного вивчення функції
Enterprise Asset Management
промислової системи управління класу
Manufacturing Execution System**

Керівник роботи: к.т.н., доц. Папінов В.М.

Розробив: студент гр. 1АКІТ-19м Лісовий М.С.

Мета дослідження: розробка високоефективного комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення студентами функції ЕАМ (облік та моніторинг промислового обладнання), яка виконується інтегрованою промисловою системою управління класу MES (промислова виконавча система).

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі **задачі:**

1. Детальне вивчення особливостей виконання функції ЕАМ в існуючих інтегрованих системах управління виробництвом (MES).
2. Дослідження предметної області комп'ютеризованих навчальних засобів аналогічного призначення.
3. Техніко-економічне та науково-технічне обґрунтування загальної конфігурації нового навчального засобу.
4. Проектування технічної частини навчального засобу.
5. Проектування програмної частини навчального засобу.
6. Проектування конструкції навчального засобу.

Об'єкт дослідження: навчальний процес підготовки у вищому технічному навчальному закладі фахівців з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих систем управління.

Предмет дослідження: підвищення ефективності практичного освоєння студентами інформаційних технологій реалізації функції обліку та моніторингу промислового обладнання (EAM) інтегрованої системи класу MES за рахунок використання у навчальному процесі сучасного комп'ютеризованого навчального засобу..

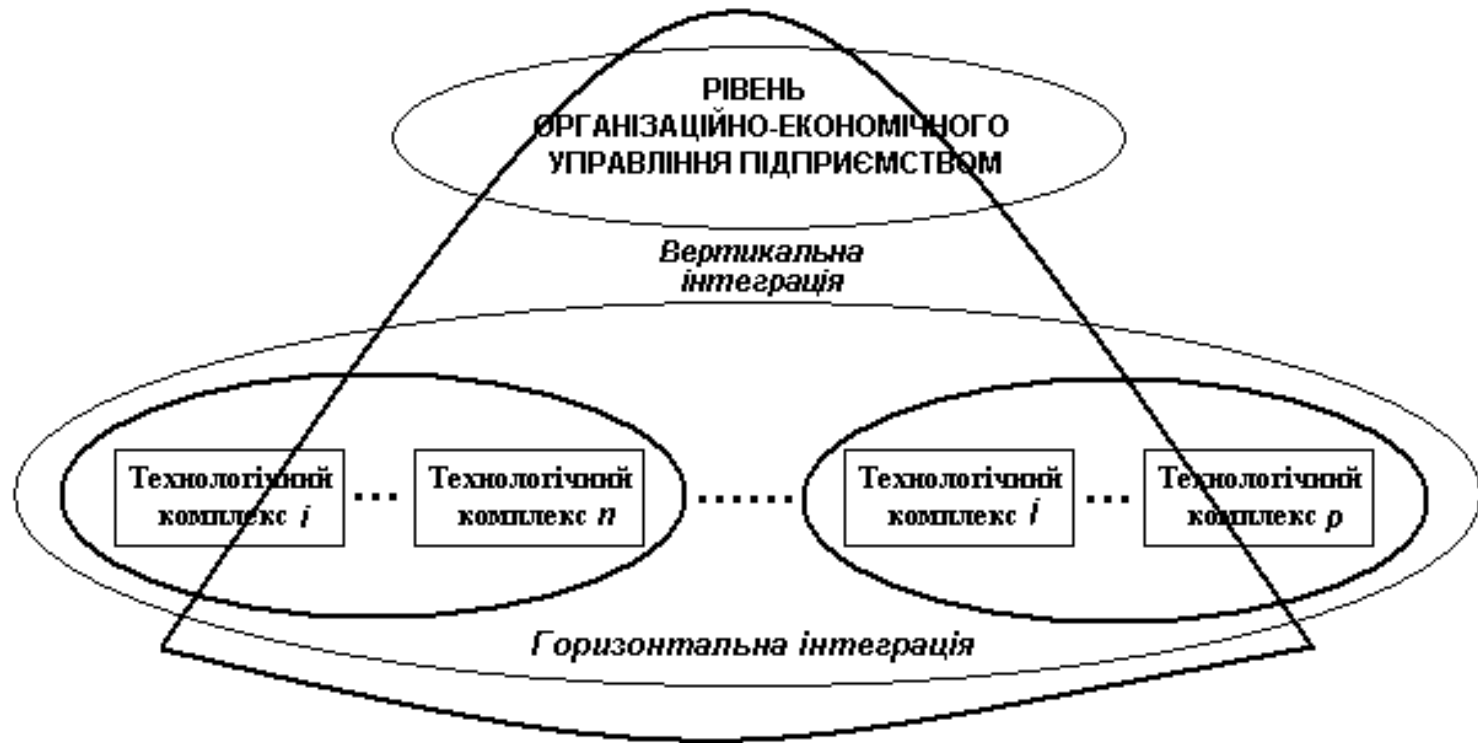
Основні наукові методи дослідження: аналіз, синтез, аналогія.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тому, що на відміну від існуючих комп'ютеризованих навчальних засобів, новий засіб будується на основі лабораторної імітації комп'ютерно-інтегрованої системи управління виробництвом, що дозволило за рахунок використання як промислових зразків програмно-технічних засобів автоматизації, так і фізичних моделей технологічного устаткування підвищити ефективність практичного освоєння студентами інформаційних технологій реалізації функції обліку та моніторингу промислового обладнання (EAM) інтегрованої системи класу MES.

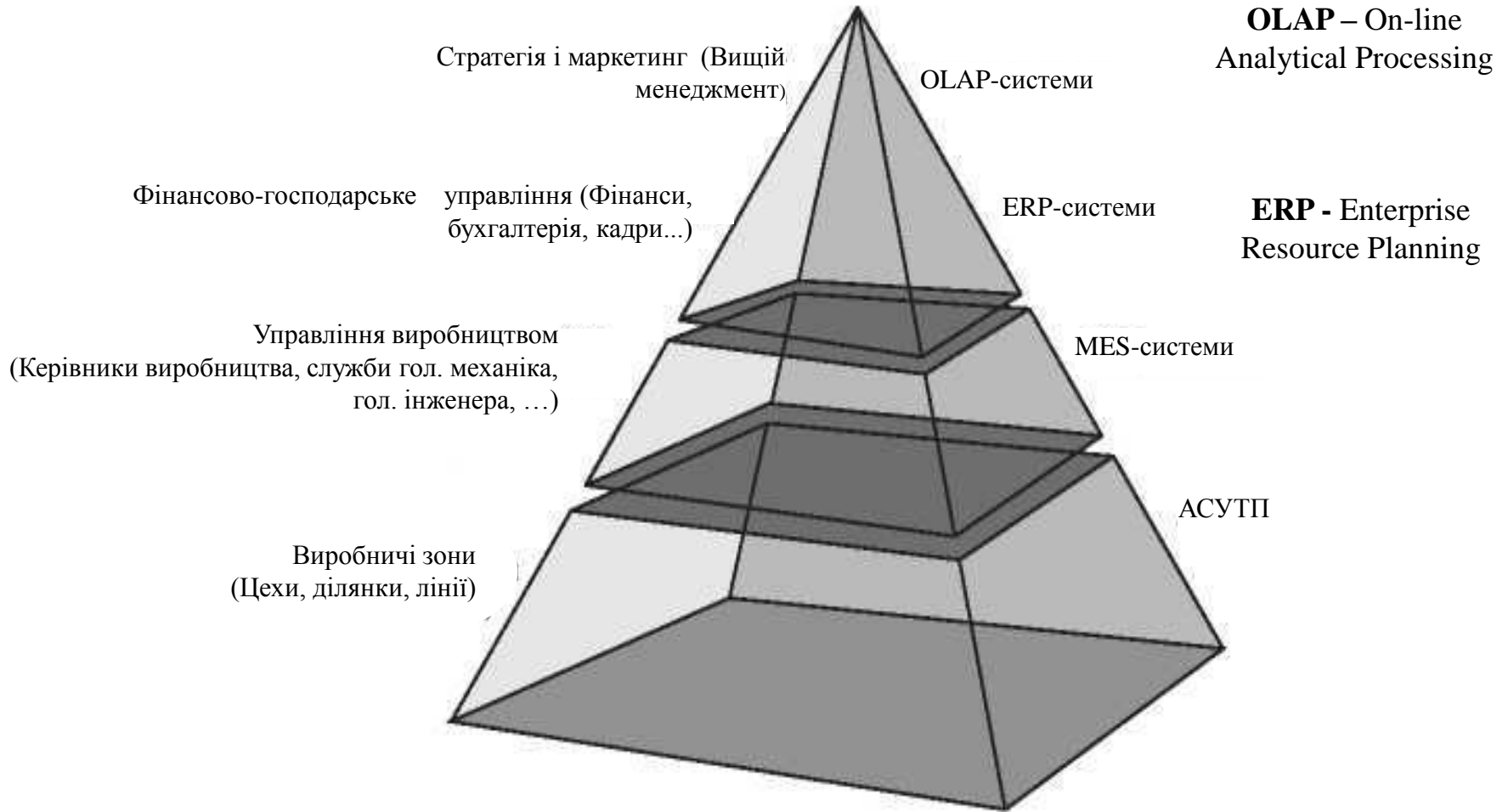
Практичне значення отриманих результатів дослідження полягає в тому, що їх легко застосувати при створенні аналогічних комп'ютеризованих навчальних засобів для підготовки фахівців споріднених галузей знань та спеціальностей.

Результати досліджень доповідались на XLIX науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (Вінниця, ВНТУ, 2020)»

Напрями інтеграції в автоматизованих системах управління

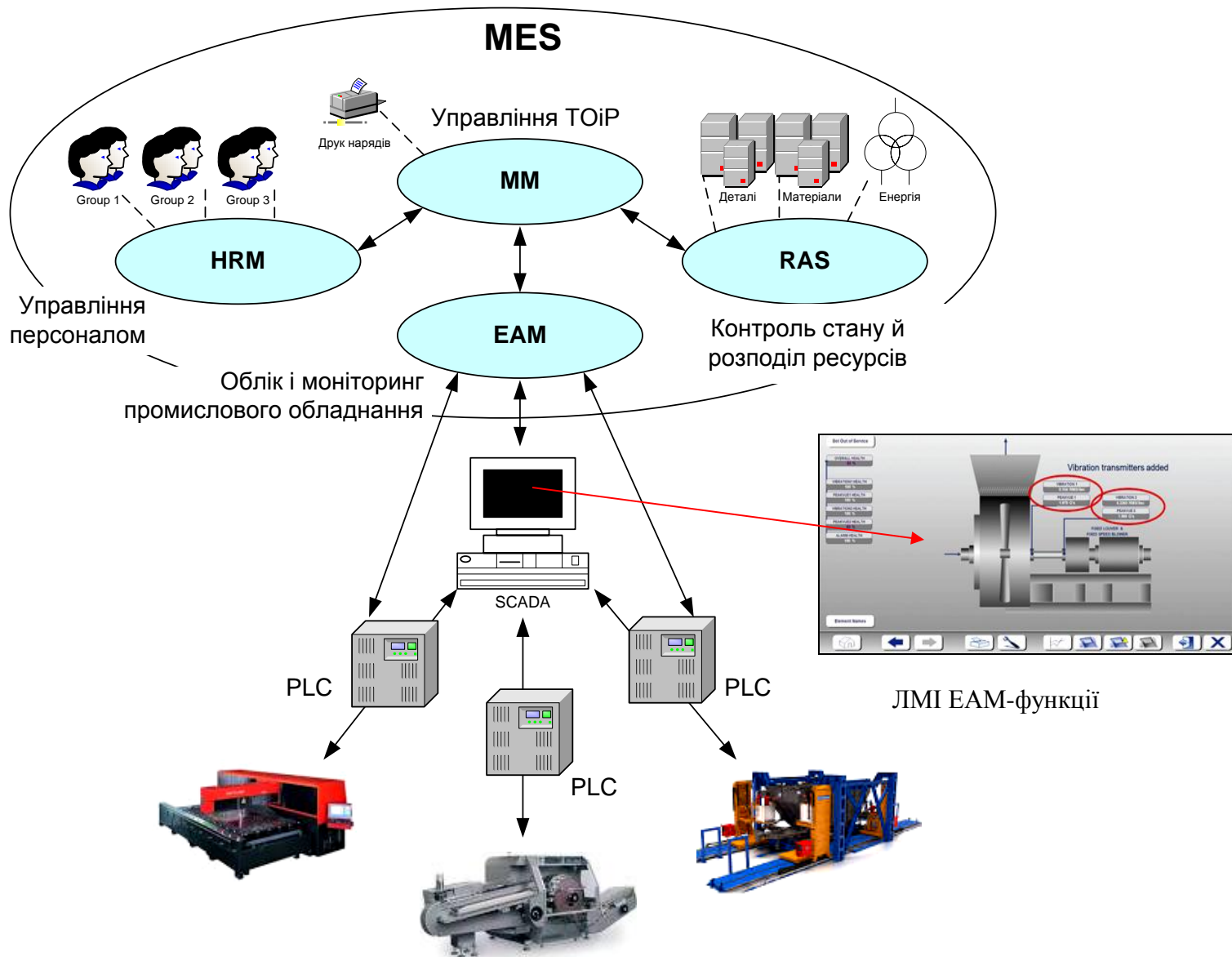


Структура сучасної ІАСУ



MES (Manufacturing Execution Systems) – сполучна ланка між ERP та АСУТП

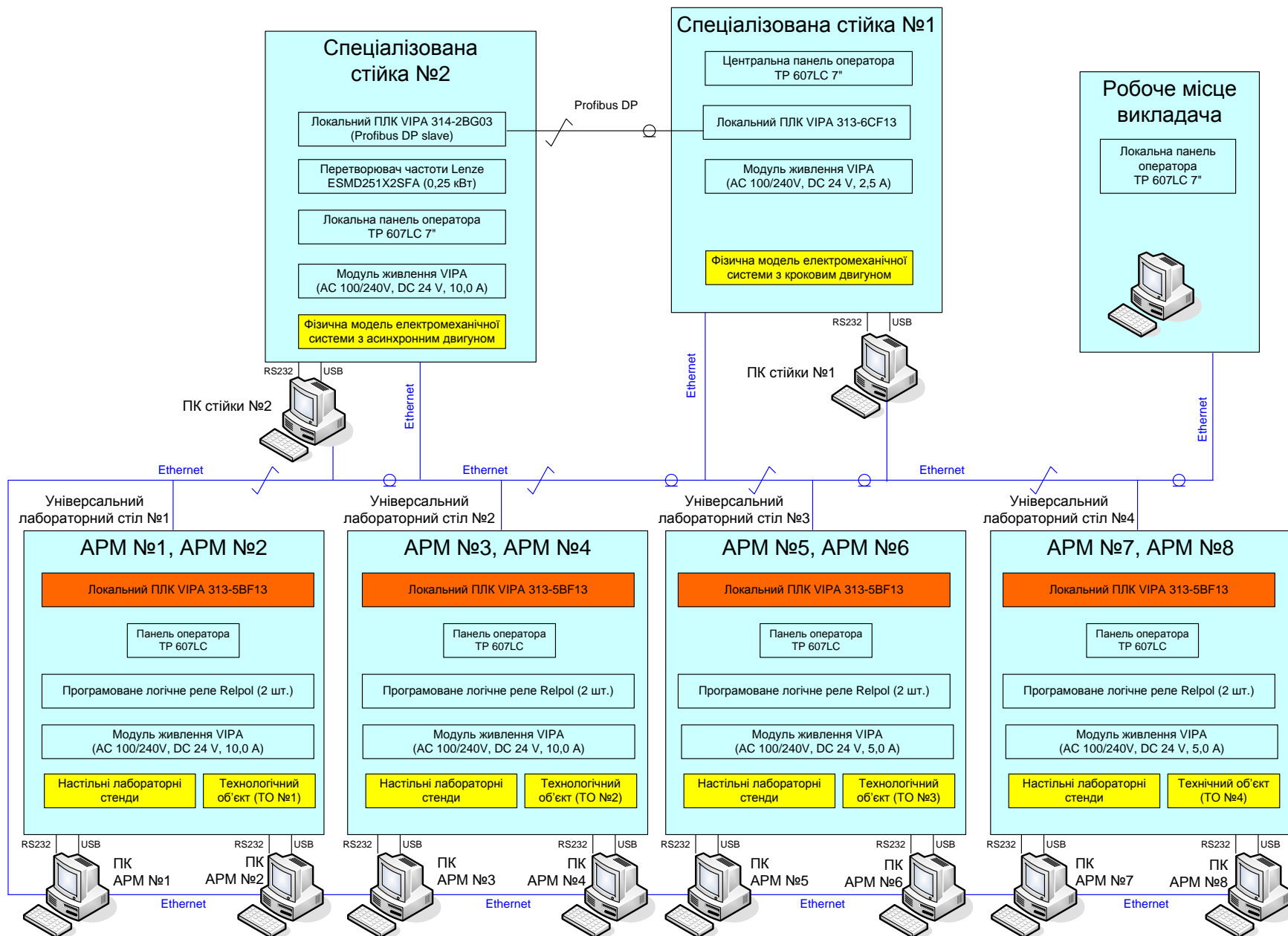
Функція EAM (Enterprise Asset Management) – складова частина MES



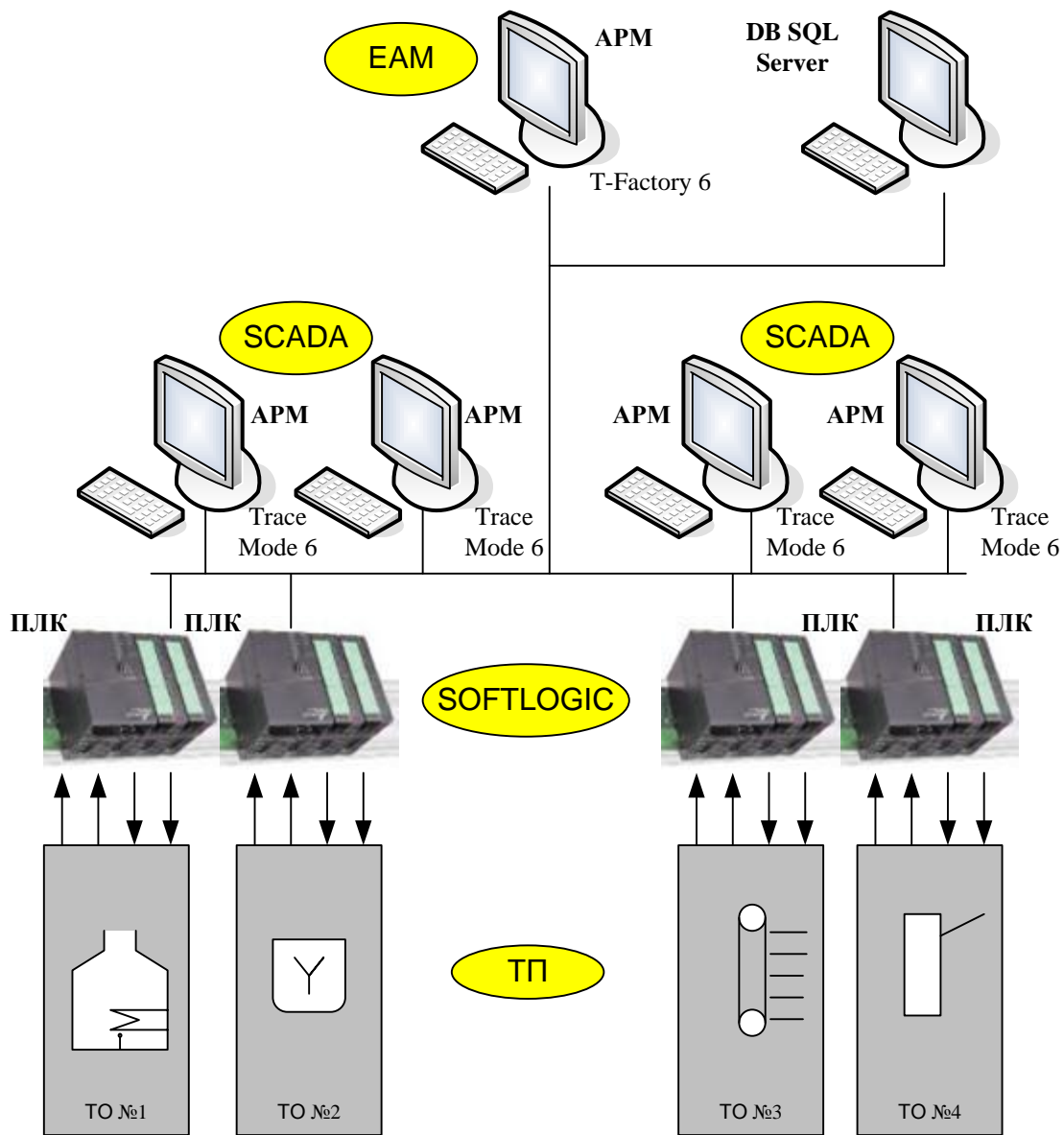
ЛІМІ EAM-функції

Схема інформаційних взаємодій EAM-функції

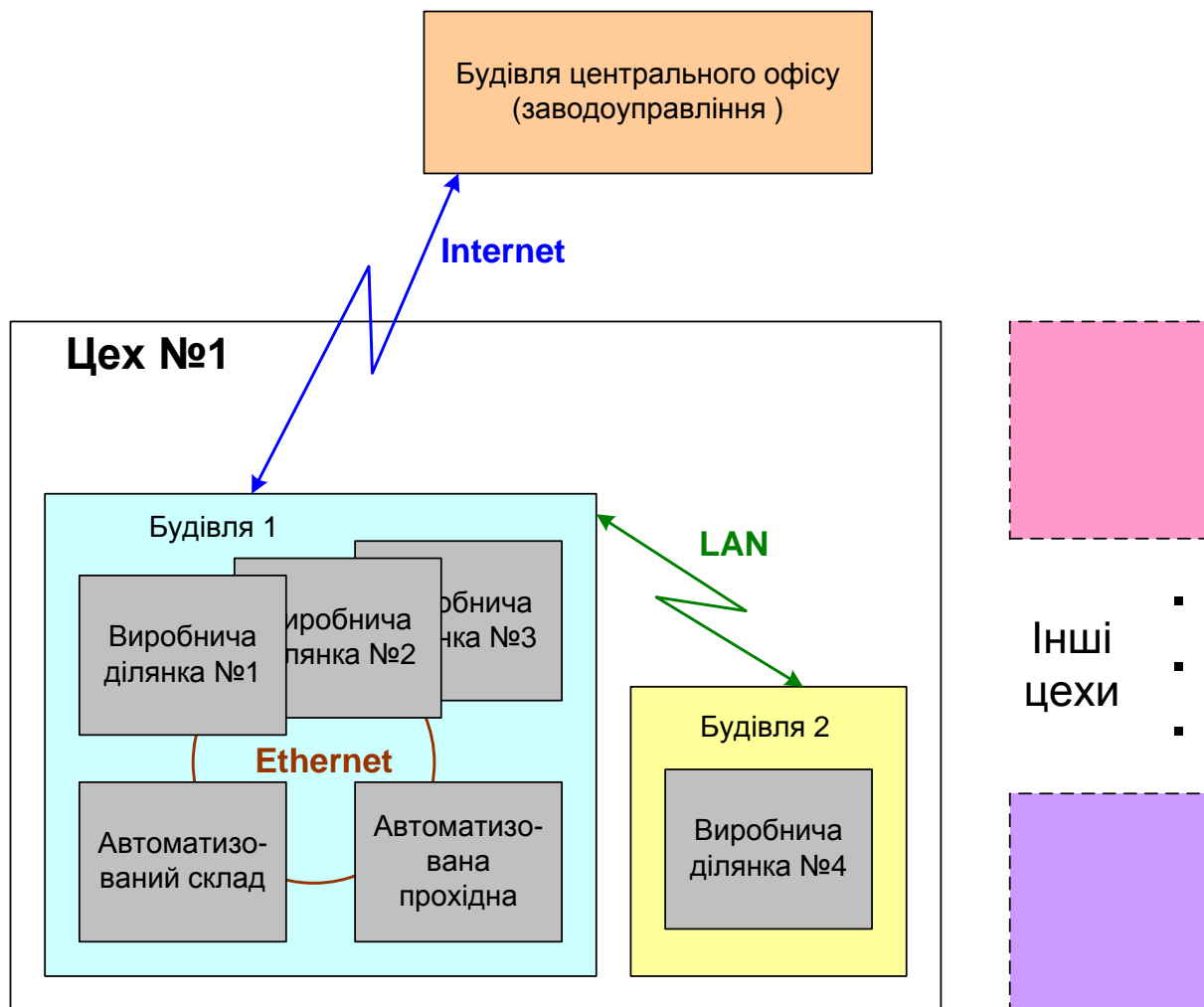
Універсальна комп'ютеризована система факультету КСА ВНТУ



Загальна конфігурація нового комп'ютеризованого навчального засобу



Територіальна структура вигаданого виробничого підприємства



Структура лабораторної ІАСУ виробництвом

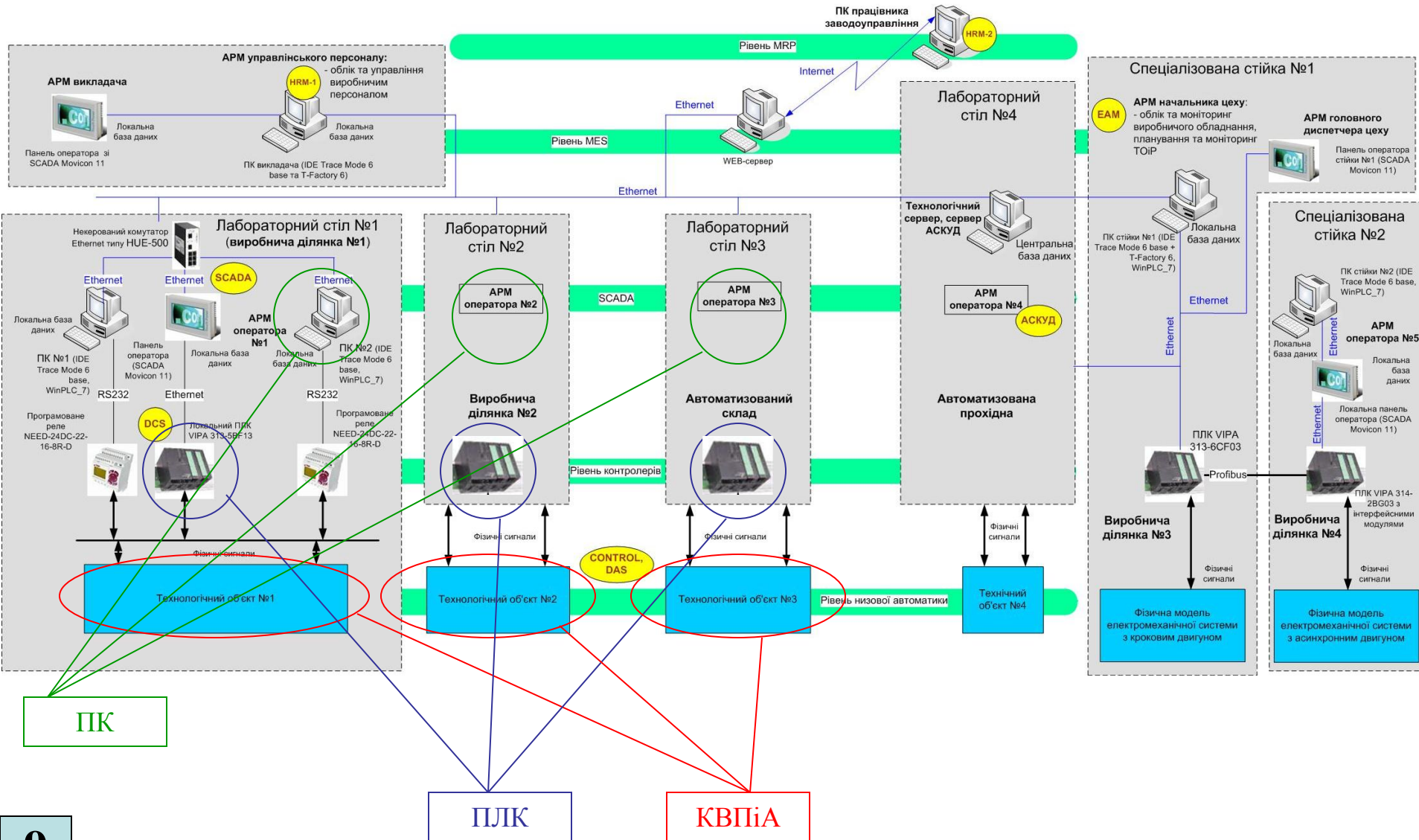
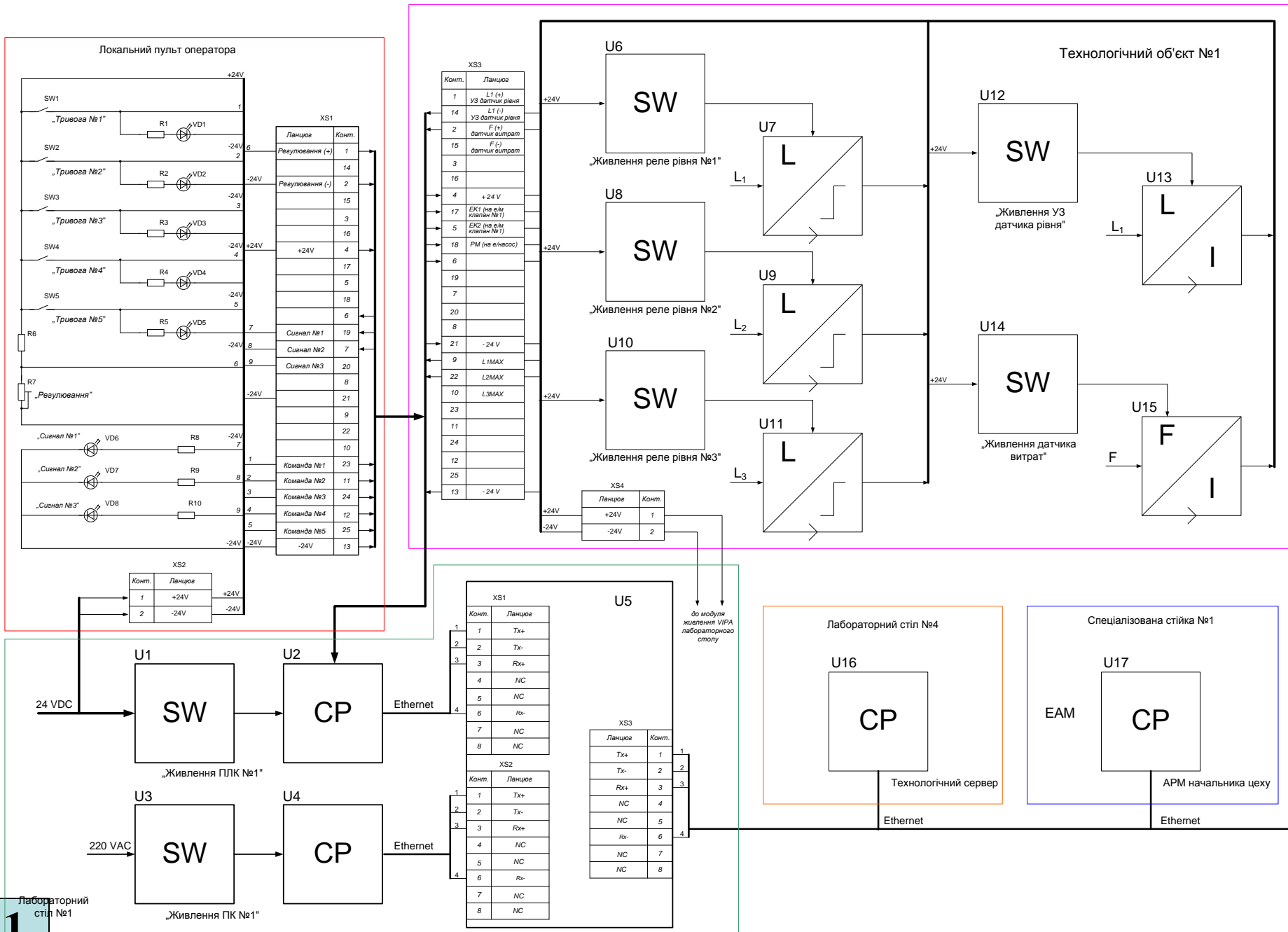
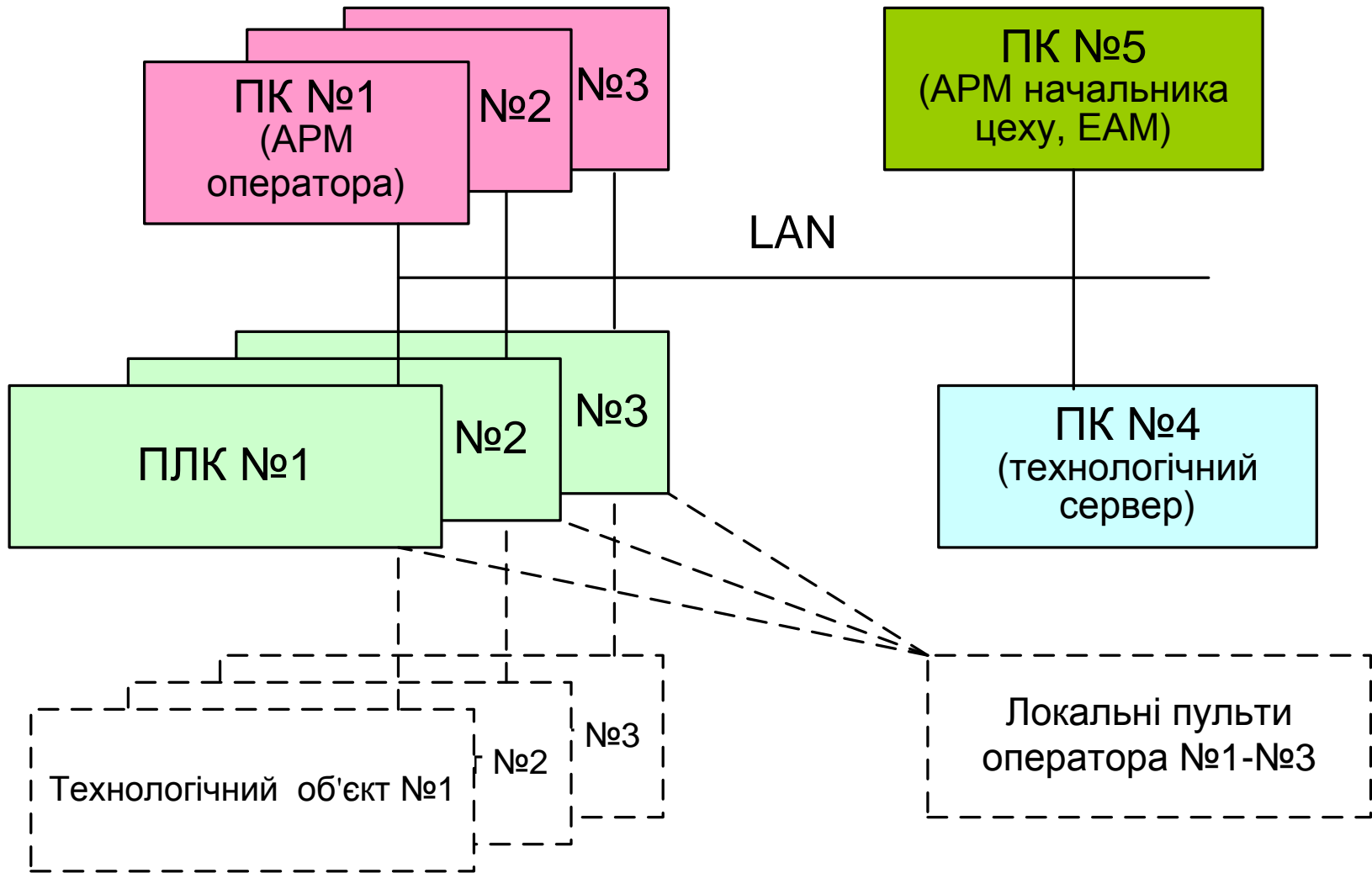


Схема електрична функціональна



Обчислювальні ресурси вибраної конфігурації навчального засобу



Архітектура програмного забезпечення навчального засобу

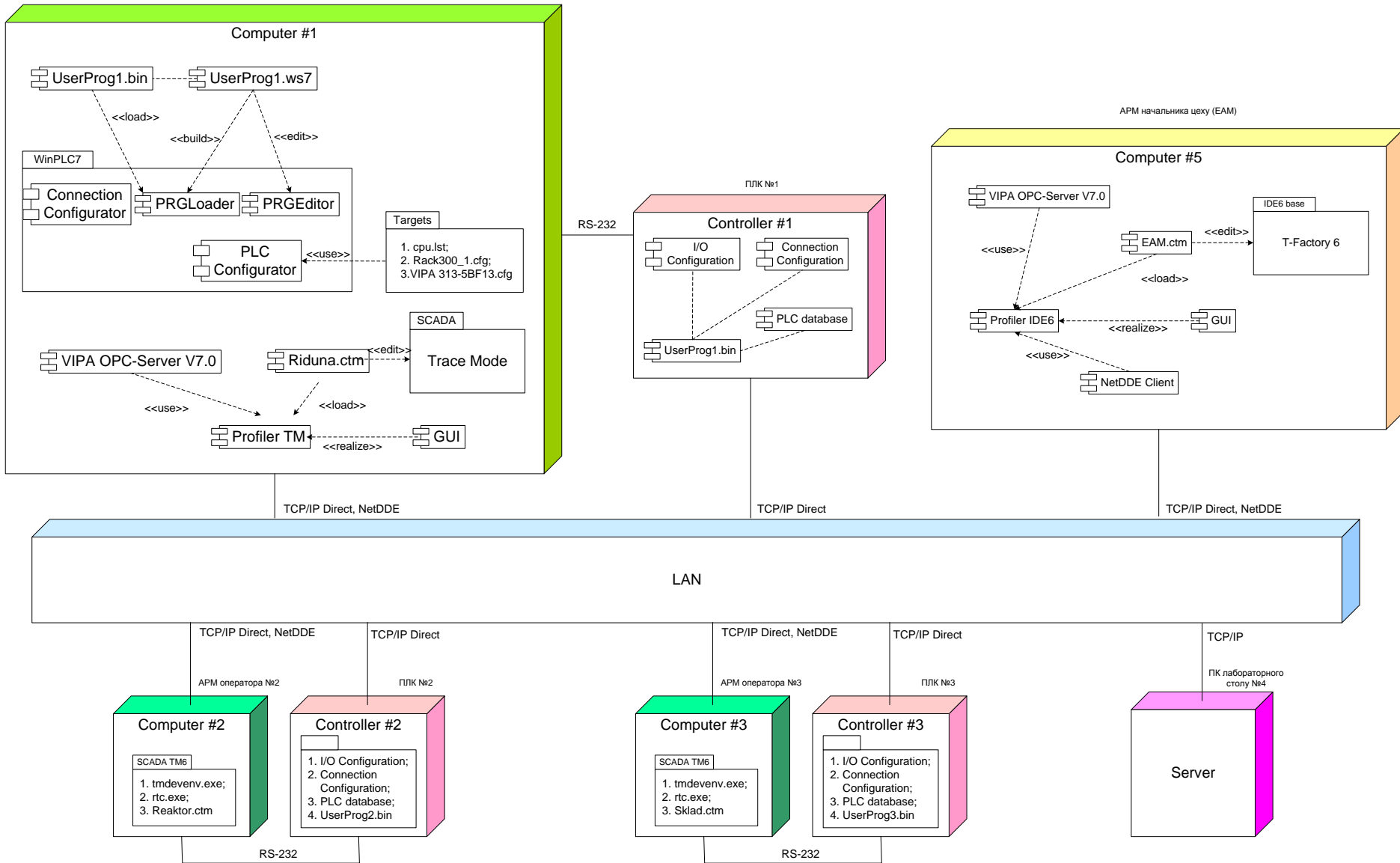
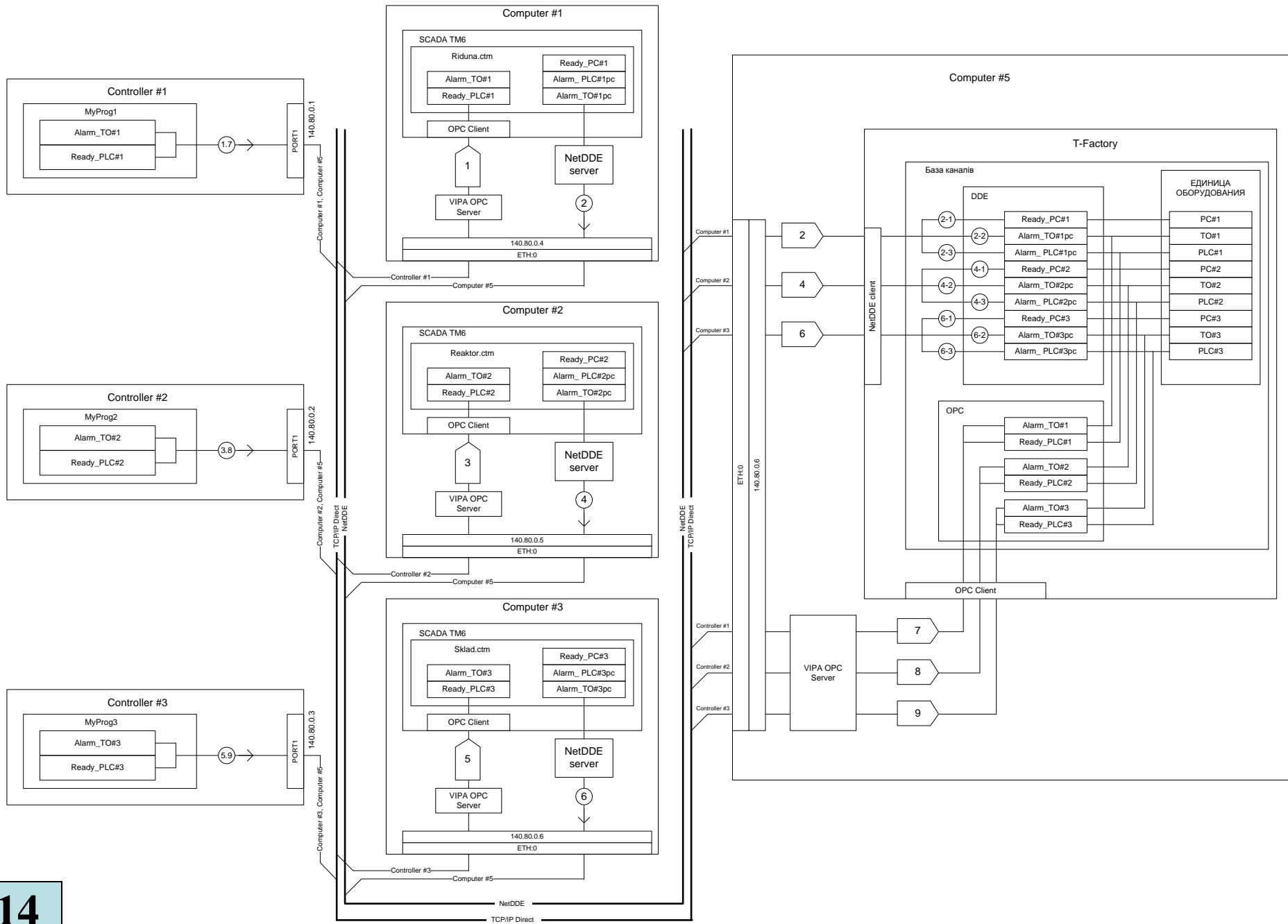


Схема мережних інформаційних потоків навчального засобу



Проектування програмного забезпечення контролера "VIRA"

Station-Offline---PLC

UR0 UR1 UR2 UR3 Goto WinPLC7

Slot	Module	Order No.	MPI address	I address	Q address
1	PS 307 10A	6ES7 307-1KA00-0AA0			
2	CPU 313SC SPEED7	6ES7 313-5BF13-0AB0	2		
-2.2	DI/DO			124 - 126	124 - 125
-2.3	AI/AO			752 - 761	752 - 755
-2.4	Counters			768 - 783	768 - 783

Properties Ethernet-Interface

Parameters

Set MAC address/use ISO-protocol

MAC-Address:

IP-protocol is being used Use router

IP-Address: IP-Address Router:

Subnet mask:

Subnet:

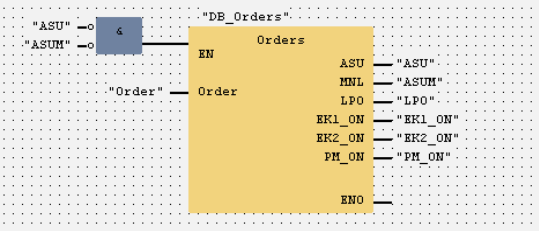
Edit project:

- Solution
 - MYPROG.WS7 (Solution)
 - MYPROG
 - Blocks
 - Symbolic
 - EIA M2 Vars
 - Documentation
 - Hardware stations

Create new

SymbolTable.SEQ TableOfVariables.var Address Locations Protokol ToDo-List Mess

Symbol	Address	Type	Symb. -Co
Inputs			
L1	IW 3	WORD	Вихід де
F	IW 5	WORD	Вихід де
Regul_U	IW 7	WORD	Сигнал
L1MAX	I 0.0	BOOL	Максима
L2MAX	I 0.1	BOOL	Максима
L3MAX	I 0.2	BOOL	Максимальний рівень в баку
Alarm_1in	I 0.3	BOOL	Сигнал аварії №1 з ЛПО
Alarm_2in	I 0.4	BOOL	Сигнал аварії №2 з ЛПО
Alarm_3in	I 0.5	BOOL	Сигнал аварії №3 з ЛПО
Alarm_4in	I 0.6	BOOL	Сигнал аварії №4 з ЛПО
Alarm_5in			



Properties AI/AO300

General Addresses Inputs **Outputs**

Enable

Diagnostic Interrupt Hardware interrupt when limit exceeded Ha

Scan cycle time for A/D conversion: ms

Input	0	1	2	3	4
Diagnostic					
Group Diagnostics:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
with check for wire break:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

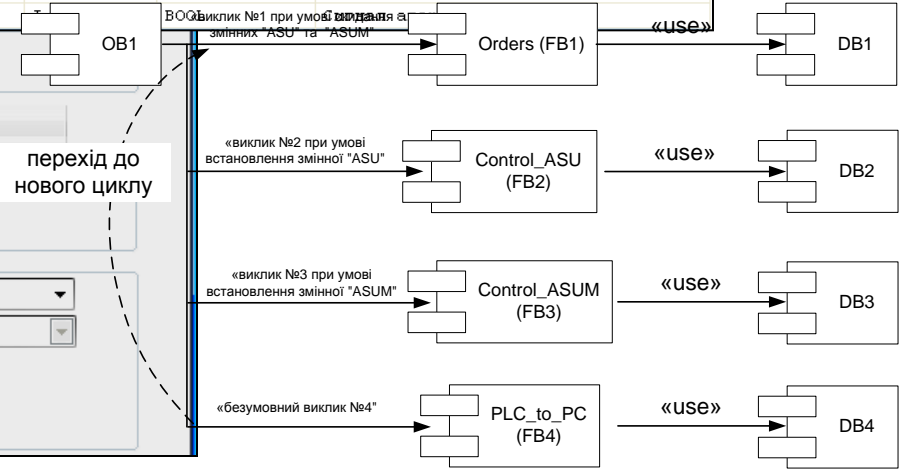
Measuring

Type of Output: ...

Output range: ...

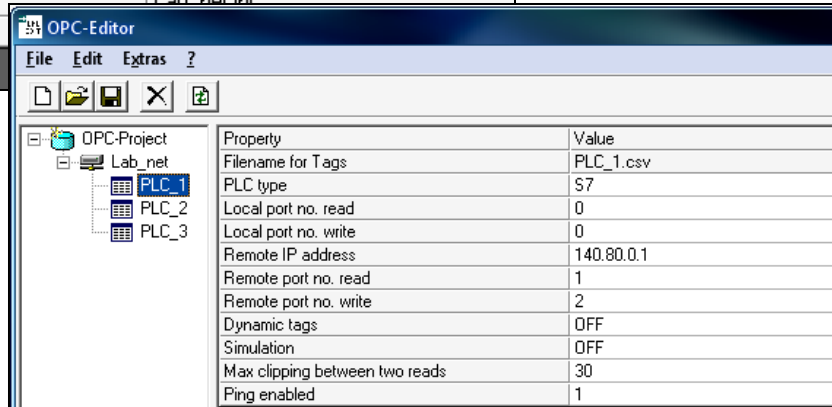
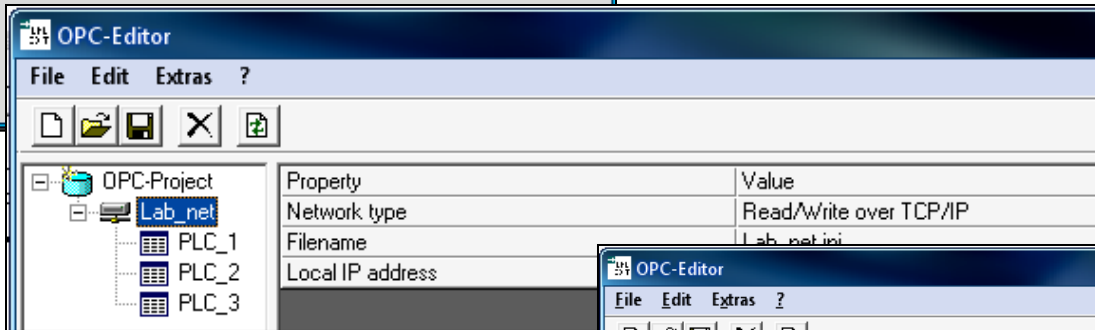
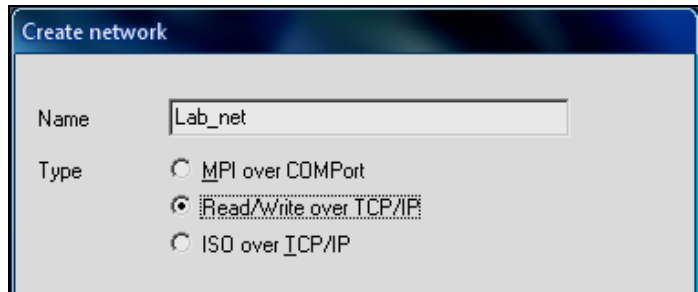
Position of measuring range Selection Module: [C] [C] [-] [-]

Interference frequency:



перехід до нового циклу

Проектування OPC-сервера для контролера "VIPA"



Tag	Destination	Access right	Simulation	Comment
Alarm_TO#1	MX1.0	RO		Аварія ТО №1
Ready_PLC#1	MB1	RO		Готовність ПЛК №1

Проектирование программного обеспечения АРМ начальника цеха

The image displays a complex software interface for PLC programming, divided into several overlapping windows:

- Навигатор проекта (Project Navigator):** Located in the top-left and bottom-right, it shows a hierarchical tree structure. The top-left instance shows a tree with folders like "Шаблоны_связей_с_СУБД", "База_каналов", "Система", "RTM_1", "Каналы", "Источники/Приемники", and "Технология". The bottom-right instance shows a similar tree with "Оборудование_цеха" highlighted.
- Object Parameters Window (Top-Center):** A detailed configuration window for an object. It includes:
 - Имя: ПК N:1, Кодировка: 0-TM5
 - Комментарий: Персональный компьютер АРМ оператора N:1
 - Паспортное имя: Персональный компьютер
 - Номер паспорта: 123567, Код: 1
 - Производитель: ГУРТ
 - Дата выпуска: 17.01.2015, Срок службы: 530d0h0m0s
 - Максимально допустимая выработка (в физ. ед.): 0
 - Наработка на отказ: 0d0h0m0s, Фотография:
 - Приобретение: Дата: 00.00.0000, Цена: 0
 - Производительность: Объем (физ. ед.): 0, За период: Секунда
 - Системные: Тип: Input, Размерность: ..., Период: 1, Единица измерения: цикл CALC, Автопосылка: Включить, Индекс: ..., Отработать, На старте: 0
- Object Parameters Window (Bottom-Left):** A configuration window for object parameters with tabs for "СервисN:1" through "СервисN:4". It includes:
 - Тип объекта: Обслуживаемый, Задание статуса: Нет данных
 - Ответственный за эксплуатацию: [empty], Вид оборудования: ...
 - Приоритет обслуживания: Пониженный, Алгоритм: ...
 - Интервал: Минута
 - Статус по потоку, статус по родителю, статус для родителя:
 - Дата капитального ремонта: 00.00.0000
 - Особенности эксплуатации: [empty text area]
 - Ссылки: При старте, По завершении, При аварии, Произвольно (each with a delete button)
- Main Interface (Background):** Shows a control panel with fields for "Ready_PLC#1", "Ready_PLC#2", "ТWO", and buttons like "Справка", "Обзор", "Input", and "Дискрет".

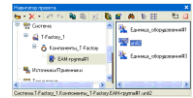
Структура каналу "ЕДИНИЦА ОБОРУДОВАНИЯ"

- Мониторинг ТО:**
- (128) 0_Type – тип планируемого обслуживания (Сервис/Тип);
 - (129) 0_Sto0 – статус ТО:
 - 0 – Норма;
 - 1 – Не установлен;
 - 2 – Не сбалансирован;
 - 3 – Не подтвержден;
 - 4 – Не выдан;
 - 5 – Не подтвержден;
 - 6 – Не починят;
 - 7 – Не закончен;
 - (130) 0_Sta1 – мониторинг статуса ТО;
 - (131) 0_PSts – статус последовательного обслуживания
- Сервис Статус оставшего:**
- (132) 0_LastData – дата и час оставшего ТО (Сервис/Дата оставшего);
 - (133) 0_Start – дата и час починки ТО (Сервис/Час починки);
 - (134) 0_Finish – дата и час завершения ТО (Сервис/Час завершения);
 - (135) 0_pLen – плановая продолжительность ТО (Сервис / Продолжительность);
 - (136) 0_pLen – фактическая продолжительность ТО;
 - (137) 0_pCost – плановая стоимость ТО (Сервис/Варьент);
 - (138) 0_pCost – фактическая стоимость ТО;
 - (140) 0_GenConst – разница между часом выданного задания на ТО и часом починки ТО (Сервис/Час выданного задания на старту); переведена в секунды;
- Для сервису №1**
- (141) 0_TimeBefore – почтовый час до починки ТО;
 - (142) 0_Link0 – послышкин 1 (Сервис);
 - (143) 0_Link1 – послышкин 2 (Сервис);
 - (144) 0_Link2 – послышкин 3 (Сервис);
 - (146) 0_SerSts – задание статусу ТО в зависимости от количества персонала:
 - Кри 0-7, допускается нулевое значение
 - 8 – выдан негативно при переходе в статус **Выдан**;
 - 9 – через газдуку;
 - 10 – через день;
 - 11 – за день до;
 - 12 – за неделю до;
 - (148-166) – аналог (128-146) для Сервису2;
 - (168-186) – аналог (128-146) для Сервису3;
 - (188-206) – аналог (128-146) для Сервису4;
 - (243) ID_Srv0 – ID TO 1;
 - (244) ID_Srv1 – ID TO 2;
 - (245) ID_Srv2 – ID TO 3;
 - (246) ID_Srv3 – ID TO 4;

- Параметры процедур канала:**
- (225) k0 – интервальный коэффициент использования 1 (верный у стел);
 - (226) k1 – интервальный коэффициент использования 2;
 - (227) k2 – интервальный коэффициент использования 3;
 - (228) k3 – интервальный коэффициент использования 4;
 - (229) k4 – интервальный коэффициент использования 5;
 - (230) k5 – интервальный коэффициент использования 6;
 - (231) k6 – интервальный коэффициент использования 7;
 - (232) k7 – интервальный коэффициент использования 8;
 - (236) pVer0 – прогноз адекватности;
 - (237) pVer1 – прогноз аварийного статуса;
 - (238) verTime – начало интервала;
 - (239) verTime – конец интервала;
 - (240) Req – запит протокол, посылка 0, вертается:
 - 0 – иде объяснения;
 - 1 – норма;
 - 2 – переключение ТО;
 - 3 – ТО на час работы;
 - 4 – ТО по аварийку;
 - 5 – ТО;
 - 6 – граница термину эксплуатации;
 - 7 – помилка.

$$\frac{PHNorma}{NormaPeriod} = \text{продуктивность по паспорту}$$

- Розрахунок експлуатаційних показників OO:**
- (023) Time_W – сумарний час роботи (WORK & RESERVE);
 - (024) Time_Few_W – час роботи в поточному інтервалі;
 - (025) Time_Prev_W – час роботи в попередньому інтервалі;
 - (026) Day_Avr_W – середньодобовий час роботи;
 - (027) Use_Total – коефіцієнт використання, Use_Total = Time_W / TraceTime;
 - (028) PH_iznos – фактичний коефіцієнт зношування, PH_iznos = PH_Total / PHMax;
 - (029) Idle_T – сумарний час простою (IDLE);
 - (030) Error_T – сумарний час знаходження в аварійному стані (ERROR);
 - (031) Srv_T – сумарний час техобслуговування й ремонту (SERVICE & REPAIR);
 - (032) OFF_T – сумарний час знаходження у вимкненому стані (OFF);
 - (033) UnStop_T – час нештатної роботи (WORK);
 - (037) Day_Few_W – час роботи за поточний день;
 - (065) AvrToErr_T – фактичний пробонок на відмову, W_to_err Err_Count;
 - (066) Err_Count – число переходів у статус ERROR. Перехід ERROR в WORK (RESERVE) **інтерпретується як відмова** (аварія), тому у випадку такого переходу дільник помилки зменшується на 1;
 - (067) W_to_err – сумарний час роботи до помилки (WORK & RESERVE);
 - (076) Last_CLC – час останнього перерахування каналу;
 - (077) FewStis_T – час знаходження в поточному статусі;
 - (250) Algorithm – загальний час спостереження за обладнанням:
 - TraceTime = T_current - DataIn (11), якщо не встановлений біт 7 атрибута Algorithm (34);
 - TraceTime = T_current - Data (116), якщо біт 7 атрибута Algorithm (34) встановлений;
 - (251) k0Nj – ID груп, які належать даній каналу;
 - (252) Level – градусний рівень, на якому перебуває даний канал (вузол перебуває на рівні 0). Наприклад, канал unit1 розташований на третьому рівні.



Form with fields for: UName, PastNum, FName, MName, Make_Data, AvtToErr, PHMax, Data, Cost, DocInName, DocInNum, DocOutName, DocOutNum.

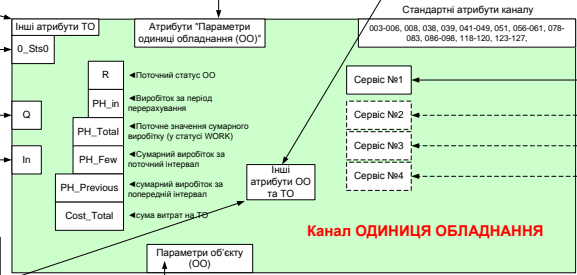
- Для сервису №2
- Для сервису №3
- Для сервису №4

Статус ТО: 0 - Норма; 1 - Не установлен; 2 - Не сбалансирован; 3 - Не подтвержден; 4 - Не выдан; 5 - Не подтвержден; 6 - Не починят; 7 - Не закончен

При посылке буд-кого значения в цей атрибут використовується послышкин 55 (Параметры объекта / Довільно)

Подається значения статусу: 0 - UNKNOWN (не визначений); 1 - WORK (робота); 2 - IDLE (опування, простою); 3 - RESERVE (резерв); 4 - ERROR (помилка); 5 - SERVICE (сервіс); 6 - REPAIR (ремонт); 7 - OFF (вимкнено).

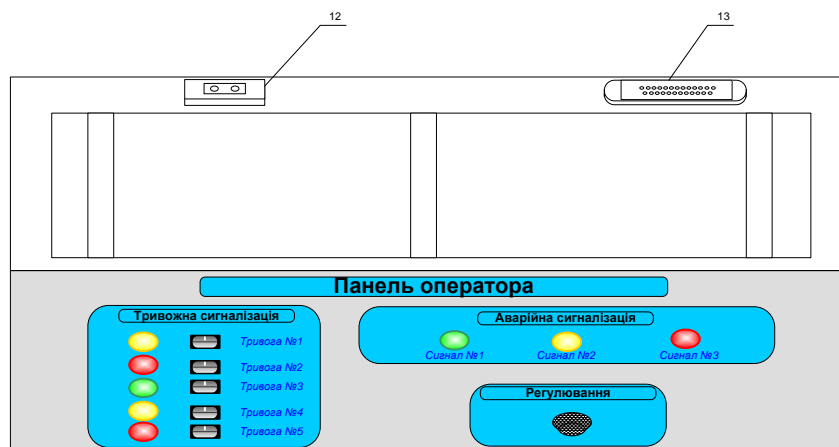
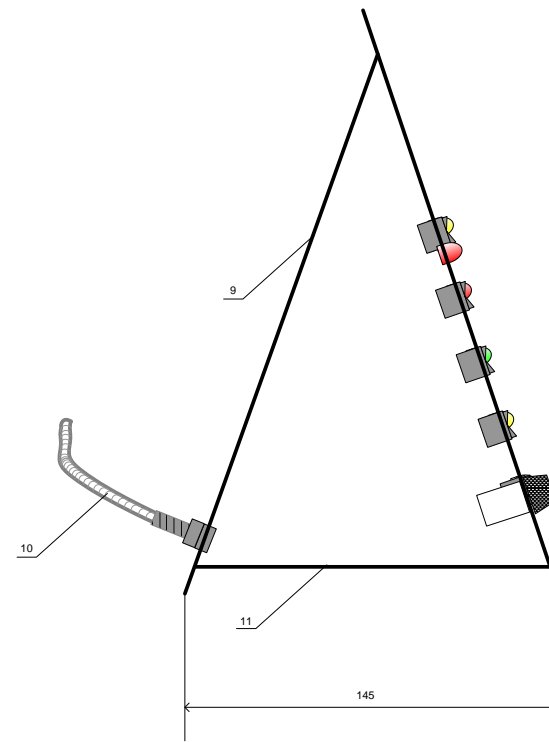
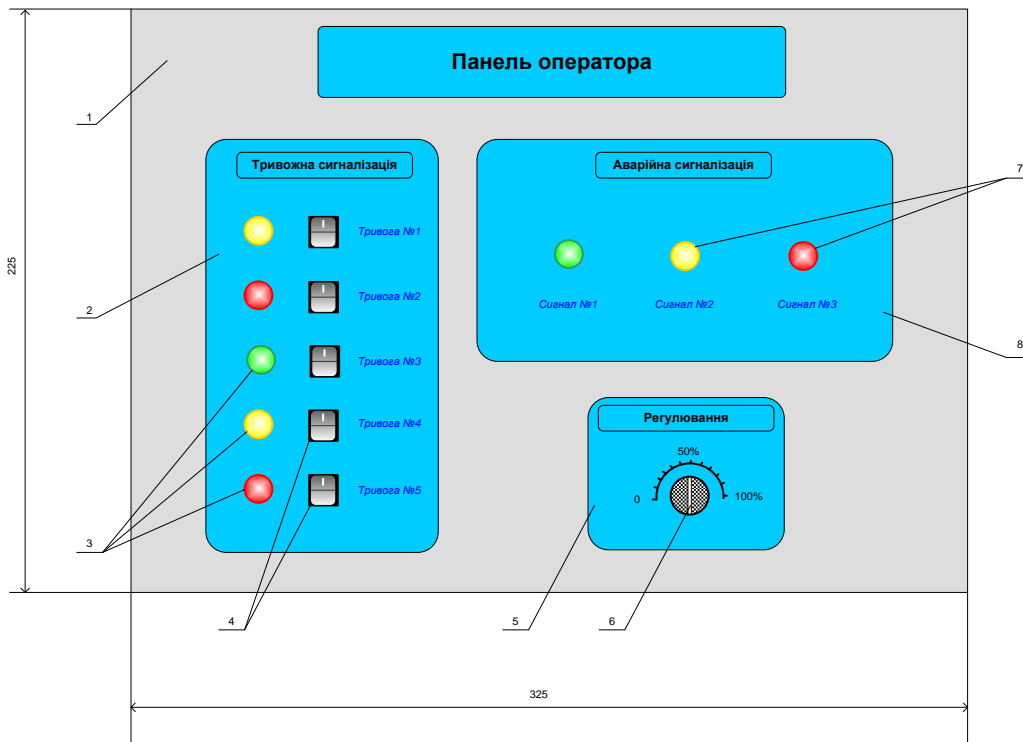
- Розрахунок загальних параметрів ТО:**
- (021) Cost_Few – витрати на ТО за поточний інтервал;
 - (022) Cost_Previos – витрати на ТО за попередній інтервал;
 - (036) Srv_Avr_T – середній час ТО/ремонту, Srv_Avr_T = Srv_T / Srv_Count;
 - (062) PH_a_Srv – пробіжок після останнього ТО;
 - (063) W_a_Srv – час роботи після останнього ТО;
 - (064) Srv_Count – дельта між ТО й ремонтам;



Form for 'Параметры объекта' with tabs for Сервис№1, Сервис№2, Сервис№3, Сервис№4. Fields include: O_Type, O_Link, O_PSts, O_GenConst, O_CmpConst, O_Start, O_pLen, O_Finish, O_pCost.

Form for 'Параметры объекта' with tabs for Сервис№1, Сервис№2, Сервис№3, Сервис№4. Fields include: ID_HUMO_SRV, SrvType, Srv_Prior, Srv_Period, AlgType, AlgEnd_ID, Alg_ID, AlgPlan_ID, SpecDoc, комментарий.

Складальний кресленик локального пульта оператора



Висновки

В результаті виконання техніко-економічного та науково-технічного обґрунтування роботи, проведеного на основі огляду літературних та Internet джерел по цифровим та комп'ютерним навчальним лабораторіям, була доведена доцільність створення нового комп'ютеризованого навчального засобу, що призначений для забезпечення лабораторного курсу навчальної дисципліни "Інтегровані системи управління", яка викладається для студентів 4 курсу спеціальності 151 - "Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій"..

Згідно до вимог технічного завдання на науково-дослідну роботу, були спроектовані електрична структурна схема та електрична функціональна схема нового комп'ютеризованого навчального засобу на основі обладнання комп'ютеризованої лабораторії промислової мікропроцесорної техніки факультету комп'ютерних систем та автоматики ВНТУ. Також спроектовано програмне забезпечення комп'ютеризованого навчального засобу з використанням інструментальної системи "WinPLC7" фірми "VIPA GmbH" та "T-Factory" фірми "AdAstra".

В економічному розділі магістерської кваліфікаційної роботи доведена висока економічна ефективність можливого впровадження нового комп'ютеризованого навчального засобу у вузах України.