



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

5161 Методичні вказівки
до лабораторної роботи
на тему **«Основи проєктування SCADA-систем в
інформаційному середовищі Trace Mode»**
із дисциплін **«SCADA-системи»,**
«Програмно-апаратні комплекси управління і збору даних»
для студентів спеціальності 171 *«Електроніка»*
всіх форм навчання

Суми
Сумський державний університет
2022

Методичні вказівки до лабораторної роботи на тему «Основи проектування SCADA-систем в інформаційному середовищі Trace Mode» із дисциплін «SCADA-системи», «Програмно-апаратні комплекси управління і збору даних» / укладачі: О. В. Бережна, І. А. Кулик, Т. О. Протасова, М. С. Шевченко. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 44 с.

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ЗМІСТ

| | |
|---|---------|
| ВСТУП | С. 4 |
| 1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ | 6 |
| 1.1 Основні етапи проектування та реалізації автоматизованих систем | 6 |
| 1.2 Структура Trace Mode | 12 |
| 2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1 «ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ SCADA-СИСТЕМ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ TRACE MODE» | 32 |
| 2.1 Описання програмно-апаратного комплексу | 32 |
| 2.2 Рекомендації щодо виконання лабораторної роботи | 33 |
| 2.3 Рекомендації до звіту з лабораторної роботи | 38 |
| КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ | 40 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ | 41 |

ВСТУП

Створення сучасних систем управління ґрунтується на розробленні та застосуванні адаптивних інтелектуальних систем, функціонування яких неможливо без використання розвинутої обчислювальної мережі, що містить персональні комп'ютери (ПК), мікроконтролери і широкий набір засобів автоматизації для вимірювання, контролю та моніторингу параметрів технологічного процесу [22].

Проектування та впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) та автоматизованих систем управління підприємствами (АСУП) дозволяє поліпшити якісні та економічні показники роботи промислових підприємств, забезпечити контроль виробничих циклів окремих підрозділів і підприємства загалом та зменшити вплив людського чинника на якість кінцевого продукту. Високу актуальність автоматизованих систем управління (АСУ) можна відзначити в галузях зі складними технологічними процесами, де збої в роботі комплексу призводять до значних фінансових втрат.

Ускладнення технологічних процесів і виробництв ставить завдання створення та розвитку розподілених ієрархічних систем (АСУТП) та їхнього наскрізного програмування, що потребує застосування нових комп'ютерних технологій для інтегрованих систем, які об'єднують усі рівні виробництва. Прикладом таких технологій є впровадження SCADA-систем (Supervisory Control And Data Acquisition), призначених для диспетчерського керування та збирання даних із засобів автоматизації, розташованих у просторі на території здійснення технологічного процесу та пов'язаних між собою та верхнім рівнем системи різноманітними технологіями передачі даних [22].

Для проектування АСУТП та АСУП успішно застосовують спеціальні SCADA-пакети. Ці програми дозволяють забезпечити двосторонній зв'язок у реальному часі з об'єктом управління і контролю, візуалізацію інформації на екрані монітора в зручному для оператора вигляді, контроль позаштатних ситуацій,

організацію віддаленого доступу, зберігання та оброблення інформації [1].

SCADA-система Trace Mode містить повний набір програмних засобів для створення АСУТП і АСУП та засоби розроблення операторського інтерфейсу (SCADA / HMI), програмування контролерів (Softlogic), управління основними фондами (EAM), персоналом (HRM) і виробничими процесами (MES). Ця SCADA-система має потужні засоби для створення та функціонування розподілених ієрархічних АСУТП, що містять у собі до трьох рівнів ієрархії: рівень контролерів – нижній рівень; рівень операторських станцій – верхній рівень; адміністративний рівень [22].

SCADA-система Trace Mode є однією з найпоширеніших у промисловості системою, розроблена і далі удосконалюється підприємством-виробником AdAstra Research Group. Освоєння цієї SCADA-системи створює базові знання та навички, що дозволить легко освоювати й інші системи проектування, наприклад WinCC (Siemens, Німеччина) та Genesis (Iconics Co, США), які ґрунтуються на схожих принципах, але коштують значно дорожче.

Під час виконання лабораторної роботи 1 передбачене коротке знайомство з основними етапами проектування АСУТП та із принципами роботи системи автоматичного проектування та реалізації систем автоматичного управління Trace Mode.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Основні етапи проєктування та реалізації автоматизованих систем

Процес створення автоматизованих систем (АС) визначений низькою нормативних документів [2–6] і згідно з ГОСТ 34.601-90 складається із стадій та етапів, наведених у таблиці 1.1 [3].

Таблиця 1.1 – Стадії та етапи створення АС

| Стадії | Етапи |
|----------------------------|---|
| 1 | 2 |
| 1 Формування вимог до АС | 1.1 Обстеження об'єкта та обґрунтування необхідності створення АС. 1.2 Формування вимог користувача до АС. 1.3 Оформлення звіту про виконану роботу та заявки на розроблення АС (тактико-технічного завдання) |
| 2 Розроблення концепції АС | 2.1 Вивчення об'єкта. 2.2 Проведення необхідних науково-дослідних робіт. 2.3 Розроблення варіантів концепції АС та вибір варіанта концепції АС, що задовольняє вимогам користувача. 2.4 Оформлення звіту про виконану роботу |
| 3 Технічне завдання | 3.1 Розроблення та затвердження технічного завдання на створення АС |
| 4 Ескізний проєкт | 4.1 Розроблення попередніх проєктних рішень за системою та її частинами. 4.2 Розроблення документації на АС та її частини |

Продовження таблиці 1.1

| 1 | 2 |
|-----------------------|--|
| 5 Технічний проєкт | <p>5.1 Розроблення проєктних рішень за системою та її частинами.</p> <p>5.2 Розроблення документації на АС та такі її частини, як технічне, інформаційне, метрологічне та програмне забезпечення.</p> <p>5.3 Розроблення та оформлення документації на поставку виробів для комплектування АС та (або) технічних вимог (технічних завдань) на їхнє розроблення.</p> <p>5.4 Розроблення завдань на проєктування о суміжних частинах проєкту об'єкта автоматизації</p> |
| 6 Робоча документація | <p>6.1 Розроблення робочої документації на систему та її частини у вигляді блок-схем алгоритмів роботи системи, структурних, функціональних, принципіальних електричних схем і схем автоматизації.</p> <p>6.2 Розроблення або адаптація програмного забезпечення системи, зокрема створення операторських інтерфейсів засобами інструментальних систем розроблення SCADA-систем при візуалізації мнемосхем технологічних процесів, розміщення динамічних форм відображення параметрів технологічних процесів і керування виконавчими органами технологічних об'єктів, моделювання розроблених алгоритмів моніторингу та керування</p> |

Продовження таблиці 1.1

| 1 | 2 |
|------------------|--|
| 7 Введення в дію | 7.1 Підготовка об'єкта автоматизації до введення АС в дію. 7.2 Підготовка персоналу. 7.3 Комплектація АС виробами, що поставляють (програмними та технічними засобами, програмно-технічними комплексами, інформаційними виробами). 7.4 Будівельно-монтажні роботи. 7.5 Пуско-налагоджувальні роботи. 7.6 Тестування програмного забезпечення розробленого інструментальними засобами SCADA-системи на об'єктах автоматизації. 7.7 Проведення попередніх випробувань. 7.8 Проведення дослідної експлуатації. 7.9 Проведення приймальних випробувань |
| 8 Супровід АС | 8.1 Виконання робіт відповідно до гарантійних зобов'язань. 8.2 Післягарантійне обслуговування |

Перші три стадії належать до передпроектних робіт, а стадії 4–6 та частково 7 – до проектних робіт [7].

1.1.1 Технічне завдання. Технічне завдання (ТЗ) на проектування систем автоматики та контролю виконують на основі вимог технології.

Під час створення комплексного проекту АСУТП необхідно визначити та відобразити на загальній функціонально-структурній схемі всі підрозділи підприємства та лінії зв'язку між ними, визначити зміст інформації, якою обмінюватимуться відповідні комп'ютери, протоколи обміну, форму подання та

зберігання документів і ступінь допуску до інформації учасників процесу управління [8].

Під час проектування нової системи управління потрібно визначити, які технологічні параметри потрібно контролювати, а якими управляти, можливі значення цих технологічних параметрів, де потрібно встановити ті чи інші елементи контролю (датчики) та управління (виконавчі пристрої), пристрої оброблення інформації, яким способом з'єднати елементи системи. У наслідок цього повинна бути побудована функціонально-технологічна схема системи управління [9, 10].

1.1.2 Функціональна схема. Функціональна схема системи управління повинна відображати її структуру та взаємодію між елементами. Тому для наочності функціональну схему можна подати, наприклад, у вигляді рисунка 1.1 [11].

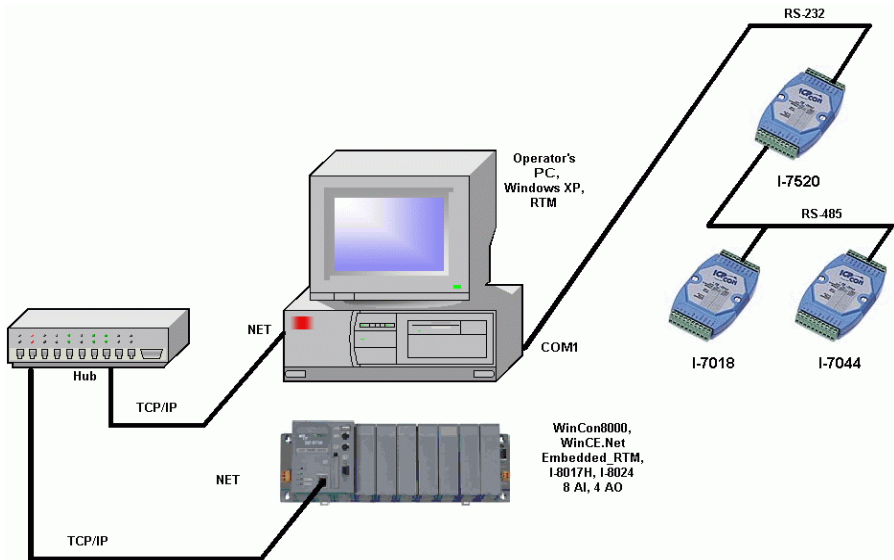


Рисунок 1.1 – Приклад функціонально-структурної схеми частини керування та периферійного обладнання системи управління

На рисунку подані персональний комп'ютер управління, який відображає для оператора інформацію, апаратура та лінії зв'язку, модулі прийому інформації від датчиків контрольованих і керованих величин, а також модулі передавання команд управління відповідним виконавчим пристроям. Крім того, поданий і так званий вбудований комп'ютер (embedded PC), яким управляє комп'ютер автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора і який, зі свого боку, може керувати іншими контролерами та об'єктами.

Також було б корисно вказати на схемі, звідки, куди та які технологічні параметри (змінні) передаються й навіщо.

1.1.3 Математичне моделювання системи управління.

Для забезпечення найкращого виконання системою управління поставлених перед нею завдань здійснюють математичне моделювання системи управління, дослідження моделей та їхня оптимізація. Поряд з аналітичним апаратом, як інструментально-комп'ютерні засоби використовують Mathcad, MATLAB, Multisim, Simulink тощо.

Основний результат математичного моделювання – структура локальних систем управління та перелік керованих і контрольованих параметрів, параметрів керуючих елементів та їхні оптимальні значення.

1.1.4 Побудова та налагодження імітатора об'єктів і системи управління. Сучасні системи управління технологічними ділянками та виробництвами мають ієрархічну структуру. На нижчому рівні кожною ділянкою керує комп'ютер і його роботою може управляти оператор. Комп'ютери ділянок пов'язані з комп'ютером більш високого рівня управління – цеховим, де також може працювати оператор. Комп'ютери цехового рівня зв'язані з комп'ютером підприємства, з якого здійснюється поточний контроль та управління всім підприємством [8].

Система управління ділянкою складається з комп'ютера, мікрокомп'ютерів (мікроконтролерів), ліній зв'язку, датчиків і плат (модулів сполучення датчиків, мікроконтролерів і ліній

зв'язку), і частково реалізується у віртуальній, а частково у фізичній формі (рис. 1.2).

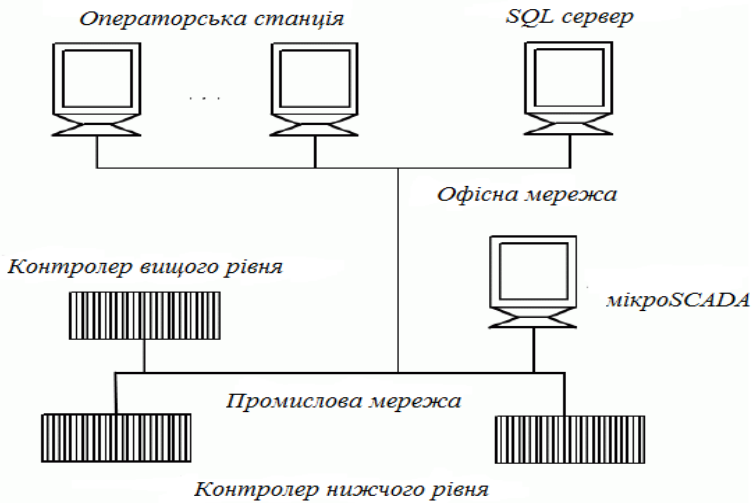


Рисунок 1.2 – Система управління ділянкою

Перш ніж управляти реальними об'єктами та виробництвами має сенс перевірити роботу системи управління у віртуальному режимі з метою виявлення можливих помилок і недоробок, а також тренування операторів.

Trace Mode дозволяє створювати не тільки комп'ютерну частину системи управління, але й віртуальні моделі фізичних об'єктів управління та елементів систем автоматики. Це дозволяє запускати «Монітор реального часу (МРЧ)» у режимі імітатора.

Звичайно, на момент побудови імітатора системи управління потрібно мати загальну детальну функціонально-технологічну схему цієї системи та математичні моделі оптимізованих елементів системи управління.

1.1.5 Реалізація систем контролю й управління. Досліджена і скоригована в режимі імітатора АСУТП може бути

перенесена на реальний технологічний процес, де повинні бути встановлені всі необхідні елементи контролю (датчики) і управління (приводи та інші виконавчі механізми та пристрої). Залишається запуснути МРЧ і проводити спостереження за технологічним процесом, контролювати правильність роботи його окремих елементів та апаратів.

Висновки. Перед проектуванням системи управління необхідно побудувати функціонально-структурну схему підприємства та встановити напрямки та типи інформаційної взаємодії між окремими ділянками підприємства. Потім відповідно до технології виробництва потрібно побудувати функціонально-технологічну схему для кожної ділянки, на якій вказати, де розташовані різні типи елементів контролю й управління, якими даними вони повинні обмінюватися з пристроями управління та контролю. На наступному етапі необхідно розробити математичні моделі конкретних об'єктів управління та оптимізувати їхні параметри. На базі цієї вихідної інформації можна перейти до створення проекту SCADA-системи, успішно завершити цю роботу та ввести систему в експлуатацію [12–14].

1.2 Структура Trace Mode

1.2.1 Складові Trace Mode та їхнє призначення. Trace Mode 6 – це програмний комплекс, призначений для розроблення, налаштування і запуску в реальному часі розподілених автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) і рішення ряду завдань управління підприємством (АСУП). Цей програмний комплекс здійснює як традиційний контроль і управління технологічними процесами, так й автоматизує бізнес-процеси, спрямовані на управління собівартістю продукції, що випускають. Для розв'язання завдань АСУП (EAM, HRM, MES) у Trace Mode 6 інтегровано пакет T-FACTORY [23].

Комплекс програм Trace Mode 6 можна розділити на 4 групи: інтегроване середовище розроблення проекту, виконавчі модулі, драйвера обміну і додаткові засоби.

Інтегроване середовище розроблення проєкту (ICP) – єдина програмна оболонка, яка містить усі необхідні засоби для розроблення проєкту різних систем автоматизації.

Створення проєкту системи автоматизації, в частині вибору засобів автоматизації і засобів передачі даних, розроблення інформаційного, математичного і, в кінцевому підсумку, програмного забезпечення виконують у єдиному інтегрованому середовищі розроблення Trace Mode 6. Усі операції із створення компонентів проєкту, їхнє редагування, встановлення взаємозв'язків між ними виконують у «Навігаторі проєкту» ICP. Під час створення програм, екранів, документів і інших призначених для користувача компонентів-шаблонів викликаються відповідні редактори, які дозволяють редагувати компоненти і проводити їхнє налагодження за допомогою вбудованих в ICP відладчиків. Розроблені шаблони можуть бути застосовані для повторного використання як у поточному проєкті, так і в наступних за умови їхнього збереження в призначеній для користувача бібліотеці компонентів [23].

Під проєктом у Trace Mode 6 йдеться вся сукупність даних і алгоритмів функціонування розподіленої системи автоматизації (АС, АСУТП і / або T-FACTORY), заданих засобами Trace Mode.

Підсумком розроблення проєкту в інструментальній системі Trace Mode 6 є створення файлів, що містять необхідну інформацію про алгоритми роботи системи автоматизації.

До складу інструментальної системи (IC) Trace Mode 6 входять [23]:

- інтегроване середовище розроблення (ICP) Trace Mode 6 IDE (файл tmdevenv.exe);
- профайлери – налагоджувальні монітори реального часу (MPB) (файл rtc.exe – з підтримкою графічних екранів; файл rtmg32.exe – без підтримки графічних екранів);
- безкоштовний набір драйверів пристроїв введення \ виведення (засобів автоматизації);

- бібліотека компонентів – файл `tmdevenv.tmul` і набір ресурсів – шпалери, логотипи, анімації в каталозі \ `Lib` папки інструментальної системи;

- електронна документація (вбудована довідкова система);

- демонстраційні проєкти `Trace Mode` (приклади систем автоматизації, засновані на імітації технологічного процесу).

Для повторного використання в наступних проєктах будь-яких компонентів проєкту – шаблонів екранів, програм, зв'язків із СУБД, документів, джерел / приймачів і вузлів загалом призначена для користувача бібліотека.

Складова проєкту (набір файлів), що розміщується на окремому комп'ютері або в контролері і виконується під управлінням одного або декількох виконавчих модулів `Trace Mode`, називається вузлом проєкту.

Такі компоненти проєкту, як екрани, програми зв'язку з зовнішніми реляційними СУБД і документи розробляють як шаблони. Для зв'язку шаблонів з атрибутами каналів використовують аргументи. Виклик шаблонів у вузлах проєкту здійснюють за допомогою спеціалізованих каналів класу `CALL` (виклик). Один шаблон може бути викликаний багаторазово на різних вузлах із передаванням до аргументів різних атрибутів різних каналів. Деякі зв'язки між аргументами можуть викликають шаблони, якщо вони задані в межах одного вузла.

Джерела і приймачі даних являють собою описувачі точок введення-виведення, тобто зв'язків із контролерами, платами УСО, інтелектуальними датчиками тощо. Кожна точка введення-виведення може бути одним аналоговим сигналом або групою (до 16) дискретних сигналів.

Розроблення проєкту в ІС містить такі процедури [23]:

- створення структури проєкту в навігаторі ІРС;

- конфігурація або розроблення структурних складових – наприклад, розроблення шаблонів графічних екранів оператора, розробка шаблонів програм, опис джерел / приймачів тощо;

- конфігурація інформаційних потоків;

- вибір апаратних засобів АСУ (комп'ютерів, контролерів тощо);
- створення вузлів у шарі «Система» і їхня конфігурація;
- розподіл каналів, створених у різних шарах структури, за вузлами і конфігурація інтерфейсів взаємодії компонентів в інформаційних потоках;
- збереження проєкту в єдиний файл для подальшого редагування;
- експорт вузлів у набори файлів для подальшого запуску під управлінням моніторів Trace Mode.

Інструментальну систему Trace Mode встановлюють на робочому місці інженера-розробника АСУ і призначена для створення системи автоматизації та налагодження всіх її компонентів. Опис створюваної системи автоматизації, що зберігається у файл із розширенням *.prj, є проєктом Trace Mode.

Драйвери обміну – драйвери, використовувані моніторами Trace Mode для організації інформаційної взаємодії з пристроями (засобами автоматизації), протоколи обміну з якими не вбудовані в монітори.

Додаткові засоби – програмні модулі, призначені для розв'язання різних завдань, за винятком виконання завдань, що повинні виконувати вузли проєкту (наприклад, Trace Mode Data Center і сервер друку).

Виконавчі модулі (монітори, МРЧ) – програмні модулі різного призначення, під керуванням яких у реальному часі виконують складові проєкту, що розміщуються на окремих комп'ютерах або в контролерах.

Виконавчі модулі Trace Mode призначені для запуску проєкту Trace Mode в реальному часі, тобто для експлуатації на чинному об'єкті автоматизації. Основним виконавчим модулем Trace Mode для автоматизованих робочих місць (АРМ) є МРЧ – монітор реального часу, який реалізує такі основні функції, як безперервне збирання даних, їх математичне оброблення та візуалізацію. Для запуску проєкту в контролерах використовують виконавчі модулі МікроМРЧ, які розрізняються за типом

контролерів (розрядність процесора, операційна система, використання мережевої взаємодії та ін.) [23].

До складу виконавчої системи Trace Mode належить низка програмних модулів, призначення яких чітко не прив'язане до функцій одного з перелічених рівнів систем управління. До таких модулів належать [23]:

- глобальний реєстратор;
- сервер документування.

Їх можна використовувати для створення як оперативного, так і адміністративного рівнів систем управління.

Глобальний реєстратор служить для забезпечення надійного зберігання архівів технологічного процесу. Він архівує дані, що їх надсилали по мережі моніторами реального часу (64000 параметрів із дискретністю 0,001 с), забезпечує автоматичне відновлення даних після збою, а також може передавати архівні дані для перегляду моніторів SUPERVISOR.

Глобальний реєстратор може також бути OPC-сервером і DDE-сервером і підтримувати обмін із базами даних через ODBC.

Сервер документування, зокрема такий як NetLink Light, це спеціальний модуль призначений для документування технологічної інформації в Trace Mode.

Документування здійснюється за шаблонами, які створюються в «Навігаторі проекту». Час або умова генерування документа, ім'я файлу шаблону, а також направлення висновку документа описують у програмах документування – сценаріях.

Підготовка звітів (документів) переважно прив'язується до астрономічного часу. Наприклад, вони можуть генеруватися один раз на годину, один раз на добу, один раз на місяць або один раз на десять хвилин. Крім того, можна встановити режим підготовки документа один раз на зміну і потім описати розбивку доби на зміни.

Він за командою MPB, власним сценарієм або за командою оператора інтерпретує створені заздалегідь шаблони, запитує у MPB необхідні дані і формує за ними документи. Ці документи

можуть бути роздруковані на принтері, відправлені по E-mail або опубліковані на *Web-сервері*.

Утиліта консоль тривог дозволяє переглядати звіт тривог різних МРВ одного проєкту.

Для кожного звіту тривог, що проглядають, створюється окреме вікно. До нього можна виводити інформацію з файлу звіту тривог або повідомлення, що формуються МРВ.

Будь-яка робоча станція системи Trace Mode може бути Web-сервером, що дозволяє управляти технологічним процесом через інтернет (Internet) [23]. На віддаленому комп'ютері необхідно мати тільки доступ до мережі «Інтернет» і Web-браузера.

1.2.2 Принципи роботи в Trace Mode. Перед початком роботи в Trace Mode потрібно підготувати функціонально-технологічну схему підприємства (ділянки), структурну схему системи автоматизації та схему автоматизації, спираючись на які, потрібно буде створити проєкт системи автоматизованого управління підприємством або технологічним процесом, а потім реалізувати його в Trace Mode.

Система автоматизованого проєктування SCADA-системи Trace Mode є інструментом проєктування автоматизованих систем моніторингу та управління технологічними процесами та інших систем автоматики в частині розроблення їхнього програмного та інформаційного забезпечення [15].

Trace Mode дозволяє створювати проєкти простих і складних систем автоматики, зокрема АСУТП. Масштаб систем автоматизації, що створюються в Trace Mode, досить широкий, від АРМ, що автономно працює, та керуючих контролерів до територіально розподілених систем управління з десятками АРМ та контролерів, що використовують для обміну даними локальні та глобальні мережі, послідовні шини на основі RS-232/485, виділені та комутовані телефонні лінії, радіоканал і GSM/GPRS-мережі [8].

Особливе місце відводять системам, що використовують вільно програмовані контролери (PC-based та/або PAC-

контролери), оскільки в цьому разі в Trace Mode 6 застосовують єдиний інструмент створення інформаційного та математичного забезпечення як для АРМ верхнього рівня, так і для контролерів нижнього рівня систем автоматизації.

Система автоматизації – це поєднання віртуальних (комп'ютерних) і фізичних (датчики, виконавчі пристрої та регулюючі органи, лінії зв'язку тощо) засобів, що забезпечують за участю людини здійснення контролю та управління технологічним процесом.

Проектування АСУТП та систем автоматизації – це створення та обґрунтування інструкцій з побудови та налагодження роботи конкретної системи автоматики, тобто з яких елементів потрібно побудувати систему та як їх з'єднати, які комп'ютерні програми розробити та запустити, за допомогою яких засобів, пультів, щитів, панелей (фізичних і віртуальних) контролювати процес управління, як втручатися в хід технологічного процесу, зокрема в разі аварійної ситуації, які дані документувати, як і де їх зберігати, кому надавати доступ до них тощо.

На першому етапі за допомогою «Інтегральної середовища розроблення» (ICP) Trace Mode здійснюється розроблення та налагодження програмного забезпечення комп'ютерної системи управління та/або системи автоматики (віртуальні пульти та щити дистанційного контролю і керування процесом, віртуальні моделі регуляторів окремих САР, система відображення і документування інформації про перебіг процесів управління та стан технологічних об'єктів тощо). Результатом розроблення є файл проекту.

На другому етапі створений файл проекту запускається на АРМ оператора за допомогою модуля реального часу (МРЧ), який входить до складу ICP Trace Mode, та за допомогою якого здійснюють автоматизоване керування об'єктом, ділянкою або виробництвом. МРЧ також дозволяє перевірити роботу системи управління в режимі імітації. Для роботи імітатора в режимі МРЧ потрібно попередньо промоделювати в ICP всі фізичні елементи системи управління або підключити їхні моделі ззовні.

Дослідження проєктованої системи автоматики в режимі імітації дозволяє виявити більшу частину можливих недоробок і недоліків проєкту, не ризикуючи вивести з ладу реальні, фізичні елементи системи управління. Також на імітаторі можна проводити тренінг операторів перед тим, як допустити їх до управління реальним процесом.

Принцип побудови проєкту SCADA-системи в Trace Mode полягає у створенні віртуальних органів управління та контролю та поєднанні їх віртуальними лініями зв'язку за допомогою широкого набору інструментів, що надаються програмою. На рисунку 1.3 наведений приклад мнемосхеми технологічного процесу (ТП) підготовки питної води, що є віртуальним щитом оператора, який стежить за процесами відстоювання, коагуляції, змішування, озонування та може, за необхідності, втручатися в ТП, наприклад, зупиняти або вмикати обладнання.

Створений проєкт досліджується в режимі імітатора з використанням МРЧ, а потім віртуальні моделі замінюються реальними, фізичними, задіюються в роботу і МРЧ починає ними управляти.

1.2.3 Середовище розроблення проєкту комп'ютерної частини системи автоматики. Усі запропоновані з метою отримання навичок проєктування SCADA-систем лабораторні роботи виконуються в безкоштовній версії Trace Mode 6, яка дозволяє повноцінно освоїти створення в «Редакторі проєкту» (РП) та реалізацію в «Профайлері» (МРЧ) проєктів систем автоматизації (САР, АСУТП та АСУП).

Однак для розроблення та впровадження аналогічних проєктів на виробництві необхідно придбати ліцензійну версію програми.

Зануок Trace Mode здійснюється за допомогою ярлика на робочому столі, або «Пуск – Всі програми – Trace Mode 6 (base) – Trace Mode 6 IDE 6 (base)», або подвійним натисканням на *tmdevenv.exe* в папці C:\Program Files\AdAstra Research Group\Trace Mode IDE 6 Base, де розміщується програма під час її встановлення.

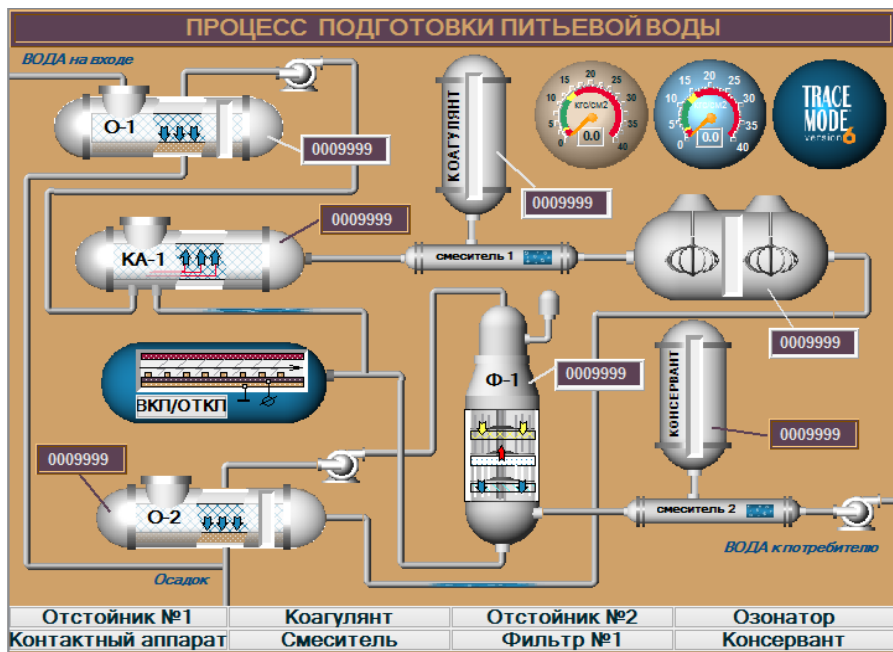


Рисунок 1.3 – Мнемосхема технологічного процесу підготовки питної води

Після запуску Trace Mode з'являється екран, наведений у лівій частині рисунка 1.4.

Графічний інтерфейс РП дозволяє відкрити наявний, можливо ще незакінчений проект, або створити новий. Панель **Навігатора проекту**, якщо вона прихована, викликається з меню «Вид».

Навігатор дозволяє розглянути вміст проекту. У правій частині вікна Trace Mode розташоване робоче поле, на якому може розміщуватися кілька вкладок, на яких виконується побудова мнемосхем, відображаються властивості елементів проекту та відображається поле для побудови математичних моделей у вигляді структурних схем або текстів програм.

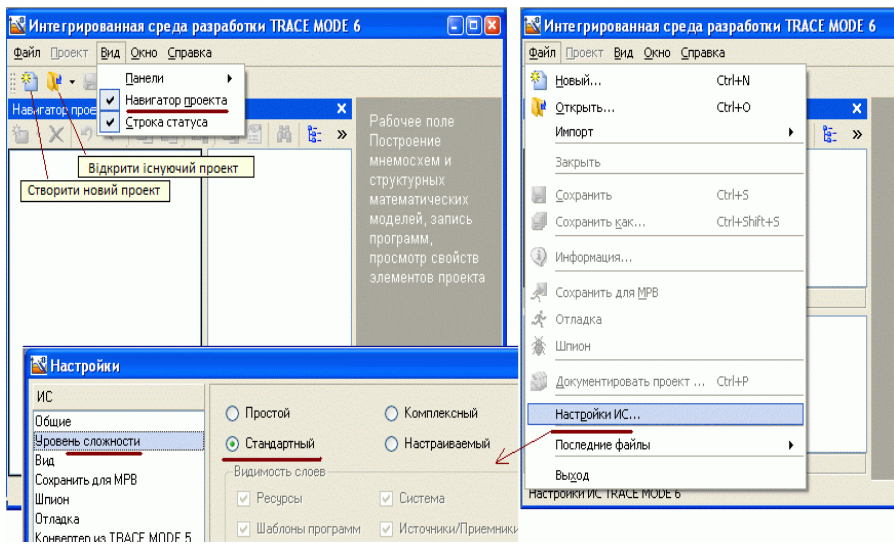


Рисунок 1.4 – Графічний інтерфейс «Редактора проекту» Trace Mode

У правій частині рисунка 1.4 вказано, як можна вибрати тип проекту з налаштувань ІС.

Основними видами віртуальних систем (вузлів проекту), відображених у «Навігаторі» Trace Mode є вузли RTM і Embedded і компонент проекту «Джерела / Приймачі».

Вузли **RTM** відповідають комп'ютерам АРМ операторів.

Вузли **Embedded** (embedded computer system – система керування із вбудованою ЕОМ) здійснюють дискретне та безперервне управління об'єктами на нижньому рівні як безпосередньо, так і за допомогою програмованих логічних контролерів (ПЛК, PLC).

Кожен вузол проекту запускається власним МРЧ на окремому комп'ютері. Вузол RTM запускається МРЧ АРМ, а вузол Embedded на тому комп'ютері, який безпосередньо виконує функції управління ділянкою.

Компонент **Джерела / Приймачі** дозволяє відобразити в «Навігаторі проекту» та встановити зв'язок вузлів RTM і

Embedded, тобто комп'ютера АРМ і PC-based контролерів, із зовнішніми пристроями, зокрема з тими, якими керують PLC і PC-based контролери, за допомогою спеціальних фізичних модулів, друкованих плат, карт зв'язку, якими компонент здійснює управління за допомогою відповідних драйверів цих модулів. Крім того, у програмі є набір вбудованих генераторів стандартних сигналів для емуляції, заміни реальних джерел віртуальними, що може знадобитися під час налагодження проекту.

Загальне уявлення про взаємозв'язки компонентів проекту Trace Mode з фізичними пристроями систем управління дає рисунок 1.5.

Функції вузла *RTM_1* виконує персональний комп'ютер оператора (комп'ютер АРМ). Вузол RTM відповідальний за роботу з віртуальною частиною системи управління та контролю. Він пов'язаний з об'єктами управління як безпосередньо за допомогою модулів зв'язку, так і через вбудований (embedded) комп'ютер.

Компоненти вузла *EmbeddedRTM_2*, до складу якого входить спеціалізований комп'ютер (PC-based комп'ютер) здійснюють безпосереднє управління окремими технологічними апаратами та ділянками.

Компонент *Джерела / Приймачі* здійснює зв'язок із зовнішніми, фізичними елементами технологічного процесу за допомогою управління спеціальними модулями, платами сполучення, підключеними до комп'ютера і до зовнішніх пристроїв (датчиків, мікроконтролерів і виконавчих пристроїв). Крім того, компонент проекту «Джерела / Приймачі» містить кілька вбудованих генераторів сигналів, які можуть бути використані для імітації сигналів зовнішніх пристроїв.

АРМ оператора або диспетчера (*вузол RTM*) у процесі проектування з'єднується лініями зв'язку з PLC і PC-based контролерами, які безпосередньо здійснюють управління технологічними об'єктами, роботу яких оператор може контролювати та в роботу яких він може втручатися.

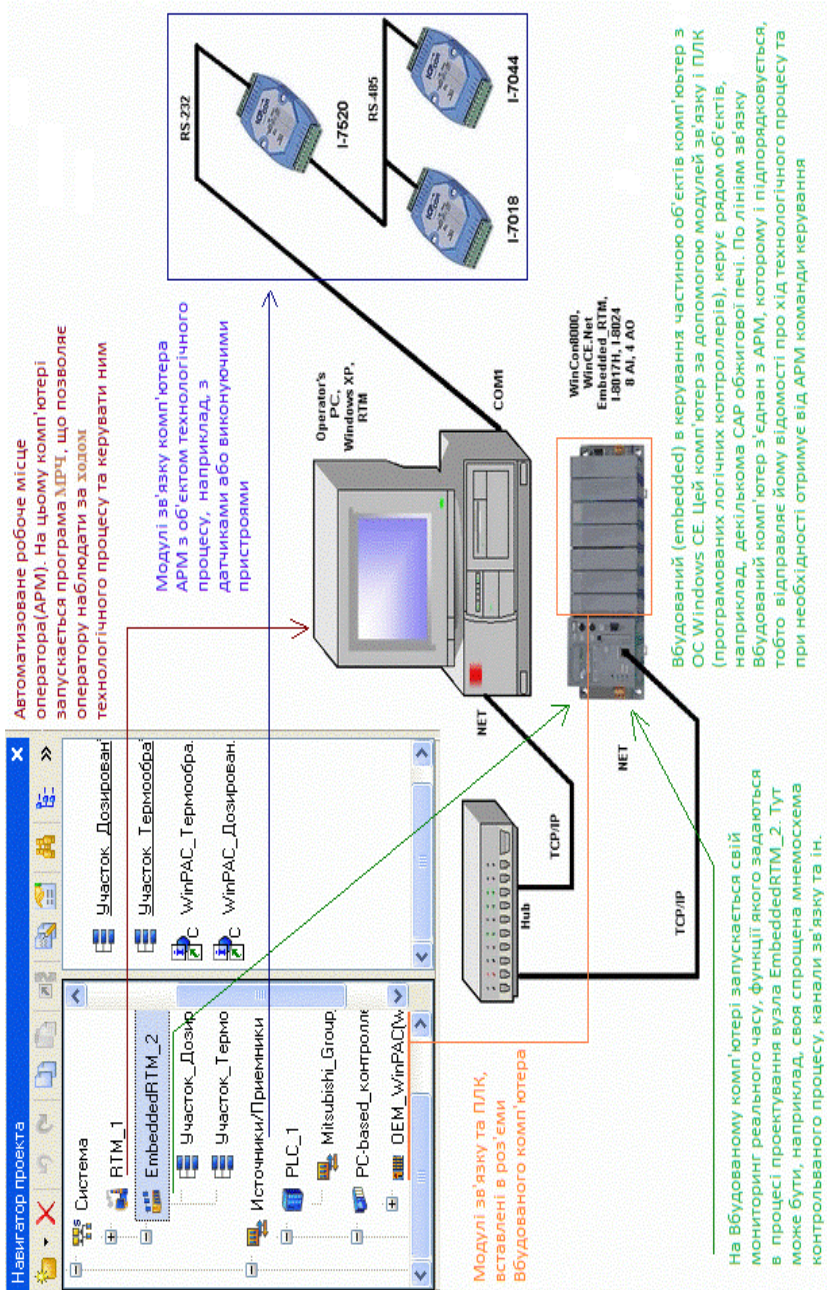


Рисунок 1.5 – Навігатор проекту

Крім того, АРМ може посилати за допомогою GSM-модема повідомлення (наприклад, про аварію) на стільниковий телефон, а зберігати інформацію про хід технологічних процесів і стан системи управління в базі даних (рис. 1.6).

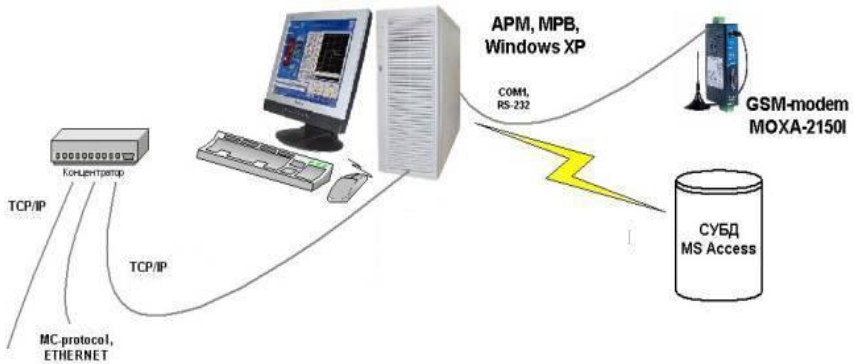
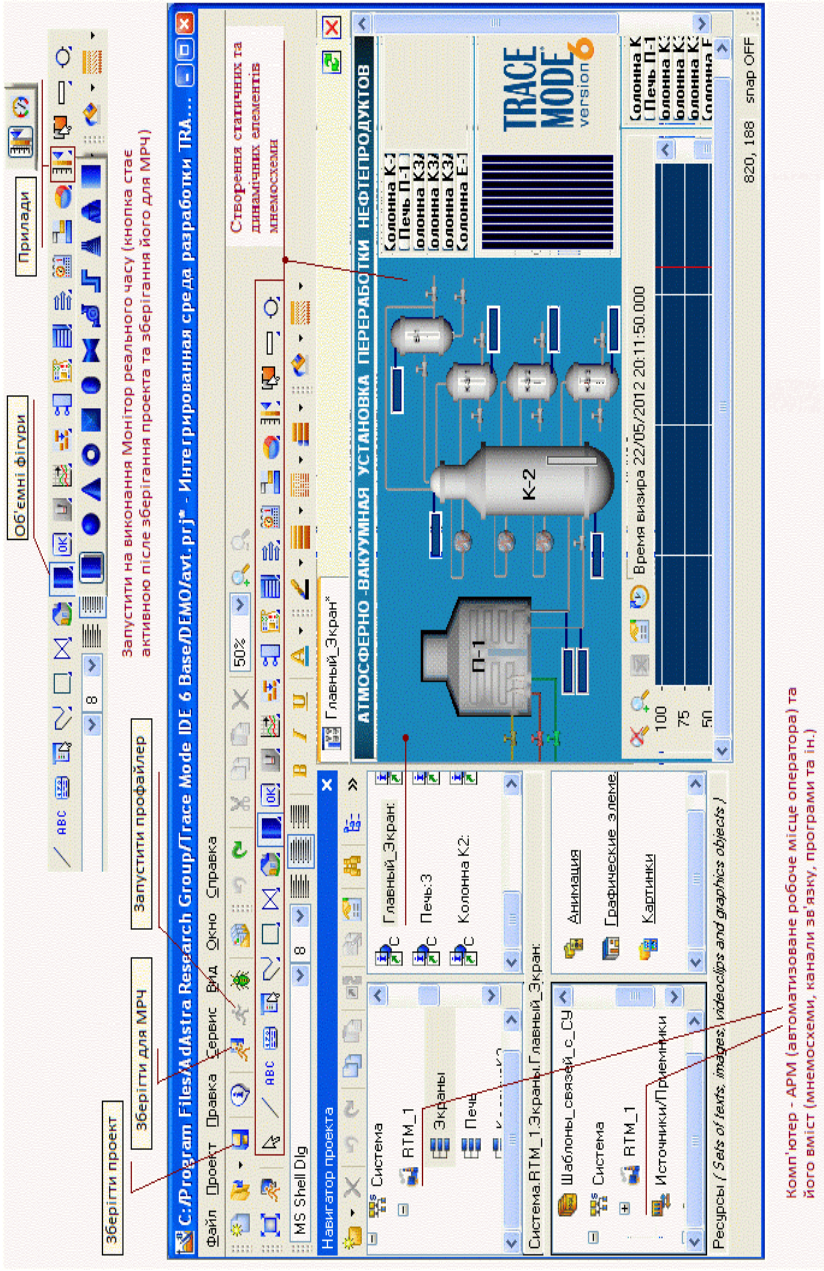


Рисунок 1.6 – Автоматизоване робоче місце оператора / диспетчера (вузол RTM)

Вікно Trace Mode із завантаженим проектом наведено на рисунку 1.7.

Зверху та ліворуч подані основні елементи керування «Редактора проекту», зокрема для створення статичних і динамічних рисунків на мнемосхемі та відображення структури проекту. У лівому полі «Навігатора проекту» поданий вузол RTM_1, а також його вміст, тобто канали («Екрани», «Піч» тощо), з яких виділений канал «Екрани», вміст якого поданий у правому полі «Навігатора проекту» («Головний екран», «Піч 3», «Колона К2» та ін.).

У вікні відкриті два примірники «Навігатора проекту», один під іншим, щоб можна було здійснювати автоматичне прив'язування змінних з одного каналу до елементів іншого каналу (наприклад, щоб після натискання кнопки на одній із мнемосхем у МРЧ вмикався насос і це відображалось на іншому екрані).



Комп'ютер - АРМ (автоматизоване робоче місце оператора) та його вміст (мнемосхеми, канали зв'язку, програми та ін.)

Рисунок 1.7 – Знімок екрана із завантаженим проєктом

У правій частині вікна подана мнемосхема, створена за допомогою графічного редактора Trace Mode. Деякі елементи мнемосхеми є динамічними. Їхні параметри в процесі проектування прив'язані до відповідних змінних і відображають хід процесу та стан елементів апаратури коли проєкт запускається з МРЧ.

Канал у Trace Mode – це звернення (виклик, посилання) за допомогою іменованої змінної (аргумента) до відповідного віртуального об'єкта (компонента проєкту), до якого може звертатися комп'ютер вузла RTM_1, обмінюватися з ними інформацією. Це проміжна ланка між змінною, наприклад, температурою підшипників, та джерелом (датчиком) або приймачем (наприклад, віртуальним стрілочним приладом на мнемосхемі) її значення. Розрізняють два типи каналів – INPUT (вхідний) та OUTPUT (вихідний). Канали типу INPUT можуть отримувати інформацію від джерел даних, OUTPUT – надсилати керуючі впливи до приймачів даних.

У Trace Mode є такі **компоненти проєкту**:

- *екрани* – графічні мнемосхеми, на які RTM_1 відображає значення змінних, одержуваних з інших вузлів, та від яких отримує команди оператора (наприклад, у разі натискання мишкою на віртуальні кнопки);
- *програми* – отримують значення деяких змінних і на їхній основі обчислюють значення інших змінних, наприклад, обчислюють керуючий вплив із отриманої помилки регулювання;
- *документи*, у яких зберігаються звіти про хід процесу, наприклад, у формі графіків (трендів);
- *зв'язок із базою даних* – збереження різноманітної числової інформації про хід ТП;
- *користувачі* – список користувачів МРЧ, допущених до роботи з ним і права їхнього доступу (адміністратор, оператор та ін.);
- *канали передачі чисел* із плаваючою комою в десятковій або шістнадцятковій формі;
- *канал передачі поточного часу*;

- канали, що повідомляють про подію, що сталася (наприклад, про пожежу);
- канали виклику значення деякої змінної та ін.

Такі компоненти проєкту, як екрани, програми, зв'язки з базами даних і документи розробляють як шаблони. Для зв'язку шаблонів з атрибутами каналів використовують аргументи. Один шаблон може бути викликаний багаторазово на різних вузлах. Допустимі зв'язки між аргументами викликаних шаблонів, якщо вони задані в межах одного вузла.

В IC Trace Mode 6 для програмування функцій оброблення даних в АСУТП та АСУП застосовують адаптовані для цієї галузі **мови програмування** стандарту IEC (МЕК) 61131-3 [16]. До них належать мови SFC, FBD, LD, ST і IL. Ці мови програмування містять у своєму складі значну кількість математичних функцій оброблення даних, які широко використовують в АСУТП, зокрема П, ПІ, ПД та ПІД закони регулювання [17, 18].

Приклад FDB-діаграми (програми) у Trace Mode наведено на рисунку 1.8. Математична модель складається з окремих блоків бібліотеки, аналогічно побудові структурних моделей у програмах VisSim або Simulink [8].

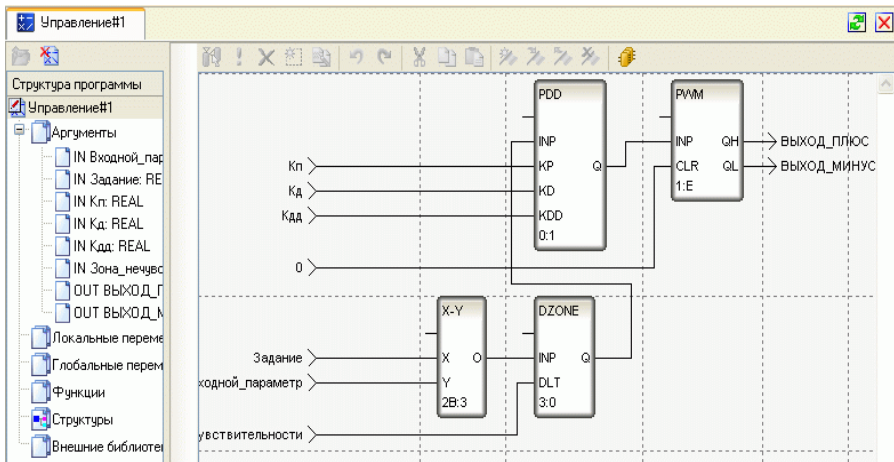


Рисунок 1.8 – FDB-діаграма (програма) у Trace Mode

На рисунку 1.9 наведений приклад програми, створеної мовою ST. Програма подається у вигляді тексту, що містить оператори та пояснення до них.

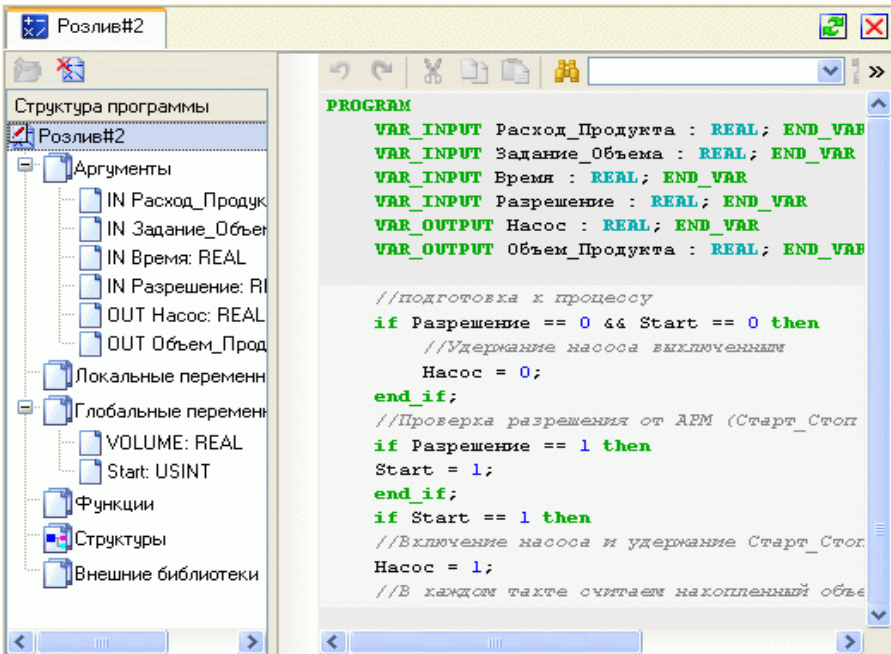


Рисунок 1.9 – ST-программа у Trace Mode

Компоненти вузла *Embedded* здійснюють управління на нижньому рівні, тобто безпосереднє управління (дискретне або безперервне) об'єктами керування. Приклад системи з вбудованою керуючою ЕОМ наведений на рисунку 1.10.

Компонент проекту *Джерела / Приймачі* здійснює зв'язок комп'ютера із зовнішніми пристроями. Джерела та приймачі даних описують зв'язки з контролерами, платами пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО), інтелектуальними датчиками тощо. Кожна точка введення / виведення може бути одним аналоговим сигналом або групою (до 16) дискретних сигналів.

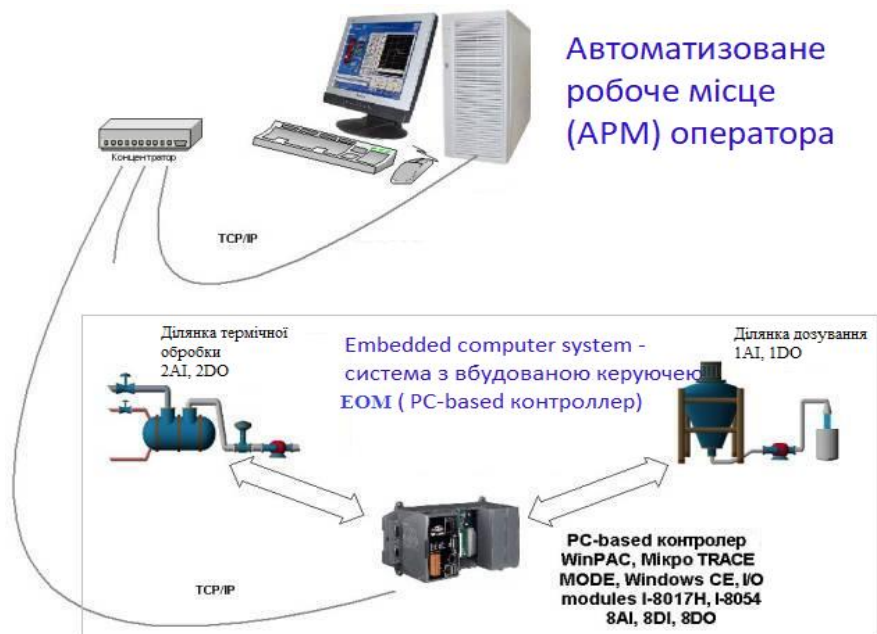


Рисунок 1.10 – Система із вбудованою керуючою ЕОМ

Основними функціями ПЗО є такі [8]:

- нормалізація аналогового сигналу – приведення меж шкали первинного безперервного сигналу до одного із стандартних діапазонів вхідного сигналу аналого-цифрового перетворювача вимірювального каналу;
- низькочастотна фільтрація аналогового сигналу – обмеження смуги частот первинного безперервного сигналу з метою зниження впливу на результат вимірювання завад;
- забезпечення гальванічної ізоляції між джерелами сигналу та каналами системи.

1.2.4 Монітор реального часу. Виконавчі модулі Trace Mode призначені для реалізації та експлуатації проекту на чинному об'єкті автоматизації в реальному часі. Основним виконавчим модулем Trace Mode для АРМ є МРЧ, основними функціями якого є безперервне збирання даних, їхнє математичне

оброблення та візуалізація. Для запуску проекту в контролерах PLC використовують виконавчі модулі МікроМРЧ, які розрізняються за типом контролерів (розрядність процесора, операційна система, використання мережевої взаємодії та ін.) [8].

Кожному комп'ютеру / контролеру, що запускається під управлінням виконавчого модуля в проекті Trace Mode, призначено окремих вузол. Максимальна кількість вузлів у проекті – 255.

У безкоштовну версію Trace Mode входять *профайлери* – *налагоджувальні МРЧ* (файл rtc.exe – з підтримкою графічних екранів; файл rtmg32.exe – без підтримки графічних екранів). Ці налагоджувальні МРЧ повною мірою можна використовувати для навчальних цілей.

Профайлер дозволяє запускати на комп'ютері із встановленою інструментальною системою один вузол розробленого проекту. Вузли проекту, які запущені в налагоджувальних МРЧ Trace Mode 6 на різних комп'ютерах, можуть обмінюватися даними за допомогою комп'ютерної мережі. На одному комп'ютері з кількома мережевими адаптерами, з'єднаними через hub або switch, можна одночасно запускати відповідну кількість вузлів, які можуть здійснювати обмін даними за допомогою комп'ютерної мережі. На одному комп'ютері з кількома послідовними портами, з'єднаними відповідно (для двох – нуль-модемним кабелем), можна також запускати кілька вузлів, які можуть обмінюватися даними за інтерфейсами RS-232/485 [19].

1.2.5 Модифікації ІС Trace Mode 6. Існує дві версії ІС Trace Mode 6 – базова і професійна. Базова версія ІС поширюється безкоштовно, містить у собі тільки електронну документацію і припускає використання більш дорогих виконавчих модулів. Водночас, наприклад, для проектів, що містять один вузол, витрати на купівлю виконавчого модуля будуть нижчими, ніж у разі використання професійної версії. Однак для базової версії існують обмеження – відсутність МікроМРЧ, неможливість виконувати резервування вузлів

операторських станцій, а також створювати сайти T-Factory 6. Розрізняються також наповнення бібліотек користувача, що містять готові до використання графічні об'єкти [8].

Внесені до складу ІС налагоджувальні МРЧ (профайлери) відрізняються за часом безперервної роботи із пристроями введення / виведення (для базової версії ІС – одна година, для професійної – дві години).

З розгляду підтримки апаратних засобів, таких як PLC із закритою архітектурою, модулів віддаленого ПЗО, плат введення / виведення, а також стандартних протоколів обміну, таких як Modbus RTU і TCP, OPC, DDE, NetDDE і ODBC, базова та професійна версії ІС Trace Mode 6 забезпечують однакову функціональність (відеоролики прикладів створення проєктів для зазначених протоколів розміщені на сайті компанії – <http://www.adastra.ru/products/drivers>). Формати проєктів, створюваних у базовій та професійній версіях ІС несумісні, однак у разі переходу на професійну версію один проєкт може бути конвертований із базового в професійний формат.

Висновки. Перед створенням проєкту в ІС Trace Mode потрібно мати докладну функціонально-технологічну схему ТП, із зазначенням розташування периферійних пристроїв (датчиків, мікроконтролерів, виконавчих пристроїв, АРМ), а також із відображенням всіх змінних і напрямків їхньої передачі. Повинні бути також побудовані та оптимізовані моделі окремих САР (VisSim + Mathcad або Simulink + Matlab), щоб у Trace Mode вводити вже оптимальні параметри пристроїв. Це зручніше ніж проводити оптимізацію параметрів у МРЧ, що працює [17, 19]. Робота в Trace Mode полягає в акуратному та коректному перенесенні в ІС функціонально-технологічної схеми АСУ. Під час створення нескладних систем управління можна будувати функціонально-технологічну схему безпосередньо в Trace Mode, а алгоритми реалізовувати безпосередньо у вікнах програмування Trace Mode. Під час створення АСУТП в ІС Trace Mode треба бути дуже уважним та акуратним, особливо під час виконання складних функцій.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

«ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ SCADA-СИСТЕМ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ TRACE MODE»

Мета роботи: ознайомлення з основними етапами проектування систем автоматики та з інформаційним середовищем Trace Mode.

Завдання на лабораторну роботу:

1. Ознайомитися з основними етапами проектування та реалізації систем автоматики.
2. Вивчити призначення, склад, графічний інтерфейс, основні режими та принцип роботи в інформаційному середовищі Trace Mode.
3. Розглянути приклад системи автоматичного управління з бібліотеки прикладів Trace Mode.
4. Виконати завдання на самостійне опрацювання.
5. Оформити звіт із лабораторної роботи та підготуватися до захисту.

2.1 Описання програмно-апаратного комплексу

Роботу виконують на персональному комп'ютері з використанням ІС Trace Mode 6, призначеного для автоматизації промислових підприємств, технологічних процесів, енергетичних об'єктів, інтелектуальних будівель, об'єктів транспорту, систем енергообліку тощо. ІС Trace Mode 6 надає можливість створювати АС від окремих контролерів управління та АРМів до територіально розподілених систем управління підприємством [17, 20].

Мінімально рекомендовані такі системні вимоги до SCADA TRACE MODE 6:

- операційна система – Windows XP SP3 або Windows 7 Professional;
- процесор – Intel Core Duo 2 ГГц або аналогічний;
- ОЗУ – 1 GB [21];

- простір на жорсткому диску – 2 GB;
- роздільна здатність екрана – 1280x1024;
- якість кольоропоясачі – True Color;
- відеокарта з підтримкою OpenGL v.1.1 та обсягом пам'яті від 64 MB. Не рекомендовано використовувати вбудовану відеокарту;
- CD, миша, порт USB.

2.2 Рекомендації щодо виконання лабораторної роботи

Ознайомлення з IC Trace Mode, її структурою, функціональністю та можливостями під час створення проєктів АСУП та АСУТП доцільно розпочати з розгляду розроблених проєктів, наведених у бібліотеці прикладів Trace Mode [8].

Для цього потрібно виконати таке:

- створити особисту папку для результатів виконання лабораторних робіт;
- запустити IC Trace Mode 6;
- відкрити проєкт із бібліотеки прикладів Trace Mode, зберегти його в особистій папці, ознайомитися із середовищем проєктування та структурою проєкту;
- зберегти проєкт для МРЧ;
- запустити Профайлер;
- запустити імітатор системи управління і контролю, розглянути його роботу, перейти на різні екрани, переконатися, що ТП відображається в реальному масштабі часу, оцінити анімацію;
- зробити знімки будь-яких двох екранів і зберегти їх у створеній папці;
- описати призначення і структуру розглянутого проєкту та дії диспетчера під час роботи створеної АСУТП;
- виконати завдання на самостійне опрацювання, для чого відкрити та запустити інші приклади із бібліотеки Trace Mode, розглянути їхню роботу, зробити знімки кількох екранів і зберегти їх.

2.2.1 Створення особистої папки для результатів виконання лабораторних робіт. Перед виконанням курсу лабораторних робіт кожному студенту необхідно створити на персональному комп'ютері особисту папку (наприклад, «LP_SCADA») для розміщення в ній результатів виконання лабораторних робіт.

2.2.2 Запуск Trace Mode. Запустити Trace Mode можна або за допомогою ярлика на робочому столі (TRACE MODE IDE 6 (base)), або «Пуск – Всі програми – Trace Mode 6 (base) – Trace Mode 6 IDE 6 (base)», або подвійним натисканням на **tmdevnv.exe** в папці C: \ Program Files \ AdAstra Research Group \ Trace Mode IDE 6 Base, куди розміщується програма під час її встановлення.

Під час виконання лабораторної роботи для зручності відкрите вікно «Редактора проєкту» Trace Mode доцільно зменшити за кут до розмірів приблизно трьох чвертей екрана та розташувати зліва вгорі. Методичні вказівки до лабораторних робіт краще також зменшити в розмірі та розташувати в нижньому правому куті екрана комп'ютера. Крім того, корисно відкрити й особисту папку, у якій буде збережений проєкт, та розташувати її в правому верхньому куті. У цьому разі буде зручніше читати методичні вказівки та виконувати завдання.

2.2.3 Відкриття проєкту з бібліотеки прикладів Trace Mode. Потрібно відкрити наявний проєкт: «Файл – Відкрити – C: \ Program Files \ AdAstra Research Group \ Trace Mode IDE 6 Base \ DEMO \ avt.prj» (рис. 2.1). Для цього знадобиться кілька секунд або трохи більше). Іноді потрібно натиснути по вікну проєкта, щоб у «Навігаторі» відобразилися компоненти проєкту.

Панель **Навігатора проєкту**, якщо вона прихована, викликається з меню Вид. У правій частині панелі інструментів «Навігатора» є кнопка виклику додаткових вікон (копій) «Навігатора», а праворуч від неї – кнопка з червоним хрестиком для їхнього послідовного закриття.

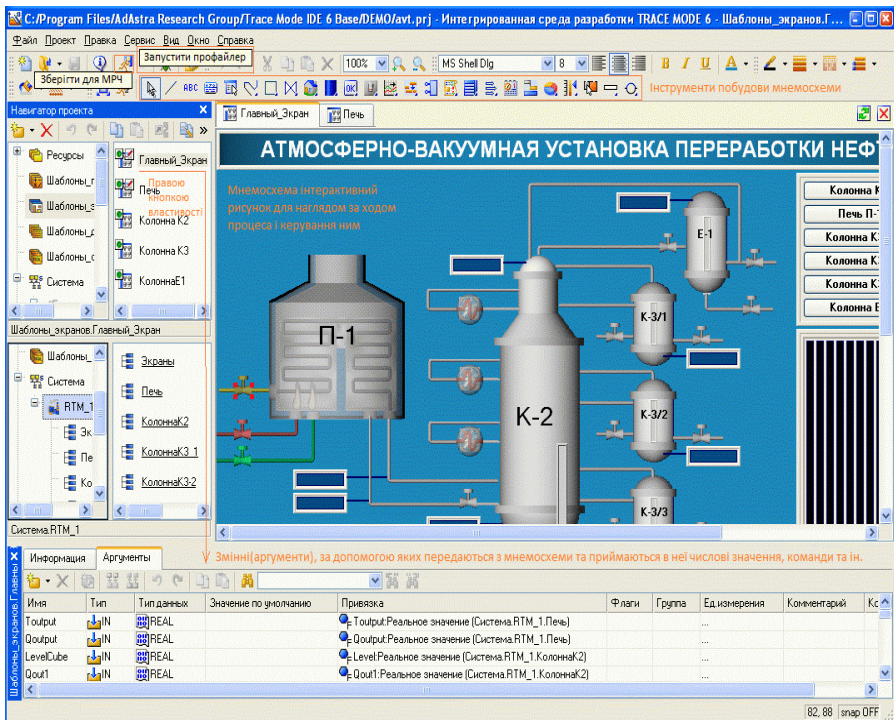


Рисунок 2.1 – Проект АСУТП управління атмосферно-вакуумною установкою перероблення нафти

Зліва на рисунку 2.1 «Навігатор проекту» відкритий у вигляді двох копій. На верхній копії «Навігатора проекту» обраний компонент проекту «Шаблони екранів», виділений «Головний екран», він з'явився праворуч у вигляді рисунка, на якому зображено елементи технологічного ланцюга: піч, колона та ін. У разі натискання правою кнопкою миші на назву «Головний екран» в «Шаблонах екранів», у нижній частині з'являється вікно зі змінними (аргументами), що належать до даного екрана, та із джерелами їхніх значень («Прив'язка»). На нижній копії «Навігатора проекту» виділений вузол RTM_1, який відповідає комп'ютеру диспетчера, у правій частині цієї копії «Навігатора» зображені канали, за допомогою яких вузол RTM_1

(тобто комп'ютер диспетчера-оператора) пов'язаний з елементами ТП та мнемосхеми.

На рисунку 2.1 відзначені кнопки «Зберегти для МРЧ» і «Запустити профайлер». Зверніть на них увагу та запам'ятайте, де вони розташовані.

Для того, щоб не зіпсувати відкритий демо-проект, потрібно зберегти його з новою назвою в особистій папці студента, створеної для розміщення в ній результатів виконання лабораторних робіт («Файл – Зберегти як ...»). ***Нова назва файла повинна містити прізвище студента***, який виконує лабораторну роботу, наприклад, Koval_avt.prj. Переконайтеся в тому, що папка зі збереженим проектом містить тільки один файл розміром 862 КБ. ***Далі потрібно працювати тільки з новоствореним файлом!***

Далі потрібно зробити знімок екрана з метою його подальшого додавання до звіту з лабораторної роботи. До звіту також потрібно додати описання призначення, структури та принципу роботи з «Редактором проекту» під час створення проекту АСУТП.

2.2.4 Збереження проекту для МРЧ. Для реалізації проекту, тобто для запуску програми МРЧ, що здійснює управління технологічним об'єктом і надає диспетчеру можливість контролювати ТП і втручатися в управління ним за допомогою інтерактивної мнемосхеми, необхідно зберегти проект для МРЧ, натиснувши відповідну кнопку (рис. 2.1) або вибрати «Файл – Зберегти для МРЧ».

У папці зі збереженим раніше проектом з'явиться нова папка з тією самою назвою, що й у проекті Koval_avt, у якій розміщена папка RTM_1, а в ній файли, які необхідні для роботи програми МРЧ, загальним розміром 2.39 МБ.

2.2.5 Запуск «Профайлера» (налагоджувального монітора реального часу). На комп'ютері оператора (диспетчера) технологічного або виробничого процесу повинен функціонувати МРЧ, який використовує файли, що збережені під час виконання попереднього етапу.

Але ще перед розміщенням проєкту на комп'ютері диспетчера потрібно переконатися в його працездатності. Тому в Trace Mode є налагоджувальний МРЧ («Профайлер»), за допомогою якого можна протестувати й віртуальну, і фізичну частини проєкту.

Для запуску «Профайлера» потрібно в будь-якому з вікон «Навігатора проєкту» виділити вузол RTM-1. Водночас кнопка «Запустити Профайлер» (див. рис. 2.1) стане активною і потрібно натиснути її. Оскільки «Профайлер» є окремою програмою, що працює незалежно від «Редактора проєкту», то він відкриється в іншому вікні. Можна натиснути двічі на синю лінію нагорі, вікно сильно зменшиться, а потім розтягнути його до зручних розмірів.

2.2.6 Запуск проєкту системи управління і контролю на виконання. Для запуску проєкту на виконання потрібно натиснути в «Профайлері» кнопку із зображенням червоної людини, що біжить («Запуск / Зупинення») (рис. 2.2).

Під час роботи проєкту системи в «Профайлері» числові значення параметрів ТП та графіки (тренди) повинні змінюватися в часі. Натискаючи кнопки, можна переходити на інші екрани (мнемосхеми), змінювати значення уставок тощо.

Потрібно подивитися на роботу імітатора, перейти на різні екрани, переконатися, що ТП відображається в режимі імітатора в реальному масштабі часу, оцінити анімацію. У звіті з лабораторної роботи потрібно описати призначення, структуру імітатора та принцип роботи диспетчера під час контролю за ТП. Потрібно обрати екран, який сподобався під час розгляду роботи імітатора, зробити його знімок і додати його до звіту.

Зупинити роботу системи управління потрібно натисканням кнопки з людиною, що біжить «Профайлера» (інакше він не закриється) та закрити «Профайлер».

2.2.7 Завдання на самостійне опрацювання. Потрібно відкрити, запустити та розглянути інші проєкти з бібліотеки прикладів Trace Mode для придбання загального уявлення про можливості IC Trace Mode.

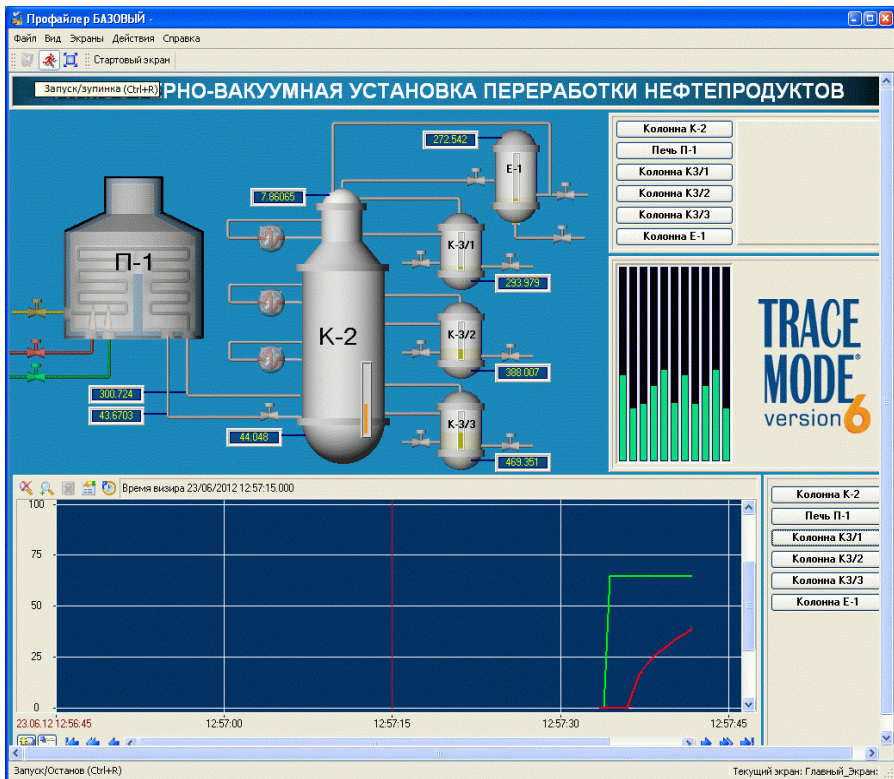


Рисунок 2.2 – Робота імітатора системи контролю й управління установкою перероблення нафти в «Профайлері»

Потрібно запам'ятати, які елементи, зокрема графічних екранів (мнемосхем) використані в демо-проектах. Це дозволить за необхідності копіювати (експортувати) та вставляти (імпортувати) фрагменти цих мнемосхем у власні проекти.

2.3 Рекомендації до звіту з лабораторної роботи

У звіті з лабораторної роботи потрібно констатувати, які завдання були виконані, з якими особливостями IC Trace Mode зіткнулися під час розгляду прикладів проектів АСУТП. Зробити

висновки про те, наскільки зручно користуватися інтерфейсом IC Trace Mode.

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- мету та завдання роботи;
- знімки екранів та пояснення до них;
- висновки.

Звіт краще оформляти з використанням комп'ютера та принтера. Знімки екрана рекомендовано роздруковувати на принтері. Можна дорисовувати, докреслювати або робити позначки від руки.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що таке SCADA-система?
2. Як проєктують та створюють SCADA-системи?
3. Указати основні етапи проєктування АСУТП.
4. Що таке технічне завдання на проєктування системи автоматики?
5. Що таке функціонально-технологічна схема ділянки виробництва?
6. Як запустити IC Trace Mode?
7. Що таке «Редактор проєкту» Trace Mode?
8. Що таке «Монітор реального часу» Trace Mode?
9. Що таке графічний інтерфейс Редактор проєкту Trace Mode?
10. Указати основні елементи «Редактору проєкту» Trace Mode.
11. Що таке Навігатор проєкту Trace Mode?
12. Як відкрити (закрити) «Навігатор проєкту»?
13. Указати основні компоненти проєкту Trace Mode.
14. Для чого потрібні компоненти проєкту «Екрани»?
15. Навіщо потрібні у Trace Mode програми?
16. Що таке «Профайлер»?
17. Як запустити «Профайлер»?
18. Через який вузол проєкту Trace Mode підключаються зовнішні керуючі пристрої більш низького рангу: вбудовані комп'ютери та програмовані логічні контролери?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чекрыжов С. Производственные интегрированные системы управления : конспект лекций / С. Чекрыжов. – Кохтла-Ярве, 2012. – 249 с.
2. ГОСТ 34.201-89 Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем. – Москва : Госстандарт СССР, 1989.
3. ГОСТ 34.601-90 Автоматизированные системы. Стадии создания. – Москва : Госстандарт СССР, 1990.
4. ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы. – Москва : Госстандарт СССР, 1989.
5. ГОСТ 34.603-92 Виды испытаний автоматизированных систем. – Москва : Госстандарт СССР, 1992.
6. РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов. – Москва : Госстандарт СССР, 1990.
7. Пупена О. М. Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем : конспект лекцій / О. М. Пупена. – К.: НУХТ, 2013. – 45 с.
8. Федосов Б. Т. Принципы проектирования и построения SCADA-систем : практикум по курсу «Проектирование систем автоматики» / Б. Т. Федосов. – Рудный : Рудненский индустриальный институт, 2012. – 51 с.
9. Бирюков А. Н. Лекции о процессах управления информационными технологиями : учебное пособие / А. Н. Бирюков. – Москва : Интернет-университет информационных технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 215 с.
10. Проектування систем автоматизації : навчальний посібник / М. С. Пушкар, С. М. Проценко – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.
11. Сундуков Е. Ю. Интегрированные системы проектирования и управления : сборник описаний лаб. работ / Е. Ю. Сундуков. – Сыктывкар : СЛИ, 2009. – 104 с.

12. Мезенцев К. Н. Автоматизированные информационные системы : учебник / К. Н. Мезенцев. – Москва : Академия, 2010. – 176 с.

13. Автоматизовані інформаційні системи і технології : навчальний посібник / В. Є. Юринець, Р. В. Юринець. – Львів : Львівський нац. ун-т ім. І. Франка, 2012. – 698 с.

14. Автоматизація виробничих процесів : навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Я. І. Проць, В. Б. Савків, О. К. Шкодзінський, О. Л. Ляшук. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 344 с.

15. Кушков В. М. Людино-машинні інтерфейси : конспект лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» ден. та заоч. форм навч. / В. М. Кушков. – Київ : НУХТ, 2012. – 100 с.

16. IEC 61131-3:2013 Programmable controllers – Part 3: Programming languages. – Geneva : IEC, 2013.

17. САПР TRACE MODE 6 : учебно-методическое пособие / А. А. Мезенцев, В. М. Павлов. – Томск : Томский политехнический университет, 2012. – 137 с.

18. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютерно-інтегровані технології в електрифікації та автоматизації сільського господарства» / укладач: А. О. Кашкарьов. – Мелітополь : ТДАТУ, 2018. – 66 с.

19. Проектирование автоматизированных систем : учебное пособие / В. И. Семеновых, Е. Ю. Сундуков, Т. А. Николаева. – Сыктывкар : СЛИ, 2018. – 120 с.

20. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Контроль та автоматизація хімічних процесів та виробництв» / укладач Л. П. Ларичева. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016. – 68 с.

21. Офіційний сайт AdAstrA Research Group. Адастра выпускает релиз 6.07.7 SCADA-системы TRACE MODE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.adastra.ru/news/tm6077/>.

22. Пьявченко Т.А. Проектирование АСУТП в SCADA-системе : учебное пособие / Т. А. Пьявченко. – Таганрог : Технологический институт ЮФУ, 2007. – 84 с.
23. Руководство пользователя TRACE MODE 6. Быстрый старт. – Москва : AdAstra Research Group, Ltd. 2004. – 135 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до лабораторної роботи
на тему «**Основи проєктування SCADA-систем в
інформаційному середовищі Trace Mode**»
із дисципліни «**SCADA-системи**»,
«**Програмно-апаратні комплекси управління і збору даних**»
для студентів спеціальності *171 «Електроніка»*
всіх форм навчання

Відповідальний за випуск А. С. Опанасюк
Редактор І. О. Кругляк
Комп'ютерне верстання О. В. Бережної

Підписано до друку 30.09.2021, поз.
Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 2,56 Обл.-вид. арк. 2,78. Тираж 5 прим. Зам. №

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.