

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

SCADA-СИСТЕМИ

ПРАКТИКУМ. ЧАСТИНА 2

Рекомендовано Методичною радою КПІ імені Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою
«Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»
спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
(151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології)
і освітньо-професійною програмою
«Інформаційні вимірювальні технології»
спеціальності 175 Інформаційно-вимірювальні технології
(152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка)

Укладачі: В. Г. Здоренко, С. М. Лісовець

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2024

УДК 004.5

346

Укладачі: *Здоренко В. Г.*, доктор технічних наук, професор
Лісовець С. М., кандидат технічних наук, доцент

Рецензенти: *Божко К. М.*, кандидат технічних наук, доцент кафедри
інформаційно-вимірювальних технологій
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Ківа І. Л., кандидат технічних наук, доцент, старший викладач кафедри
комп'ютерних та інформаційних технологій
Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського

Відповідальний

редактор: *Безуглий М. О.*, доктор технічних наук, професор

Гриф надано Методичною радою КПІ імені Ігоря Сікорського
(протокол № 5 від 29.02.2024 р.)
за поданням Вченої ради Приладобудівного факультету
(протокол № 2/24 від 26.02.2024 р.)

346 SCADA-системи. Практикум. Частина 2 [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка (151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології) і освітньо-професійною програмою «Інформаційні вимірювальні технології» спеціальності 175 Інформаційно-вимірювальні технології (152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка) / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. Г. Здоренко, С. М. Лісовець. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,58 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 52 с. – Назва з екрана.

В 2-й частині практикуму розглядаються питання, присвячені дослідженню: основних властивостей Редактора візуалізації CoDeSys Version 3.5, а також перемикання між візуалізаціями, діалогових вікон, фреймів, анімації, багатомовних візуалізацій, керування доступом до елементів візуалізації, Менеджера рецептів і перетворення значень змінних в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5. Практикум призначений для здобувачів ступеня бакалавра за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка (151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології) і освітньо-професійною програмою «Інформаційні вимірювальні технології» спеціальності 175 Інформаційно-вимірювальні технології (152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка), а також всім, хто цікавиться SCADA-системами.

УДК 004.5

Реєстр. № НП 23/24-331. Обсяг 2,09 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ імені Ігоря Сікорського, 2024

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ПЕРЕДМОВА	6
ВСТУП.....	7
10. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕДАКТОРА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5	8
10.1. План проведення практичного заняття.....	8
10.2. Основні відомості про Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5	8
10.2.1. Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 як SCADA-система.....	8
10.2.2. Елементи візуалізації	9
10.2.3. Властивості елементів візуалізації	19
10.3. Практичне завдання.....	20
10.4. Питання для самоперевірки	22
10.5. Рекомендована література	22
11. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. ПЕРЕМИКАННЯ МІЖ ВІЗУАЛІЗАЦІЯМИ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5	23
11.1. План проведення практичного заняття.....	23
11.2. Основні відомості про перемикання між візуалізаціями в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5	23
11.3. Практичне завдання.....	23
11.4. Питання для самоперевірки	25
11.5. Рекомендована література	25
12. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. ДІАЛОГОВІ ВІКНА В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5.....	26
12.1. План проведення практичного заняття.....	26
12.2. Основні відомості про діалогові вікна в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.....	26
12.3. Практичне завдання.....	26
12.4. Питання для самоперевірки	28
12.5. Рекомендована література	28
13. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. ФРЕЙМИ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5	29
13.1. План проведення практичного заняття.....	29
13.2. Основні відомості про фрейми в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.....	29
13.3. Практичне завдання.....	29
13.4. Питання для самоперевірки	31

13.5. Рекомендована література	31
14. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. АНІМАЦІЯ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5	32
14.1. План проведення практичного заняття.....	32
14.2. Основні відомості про анімацію в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5	32
14.3. Практичне завдання.....	32
14.4. Питання для самоперевірки	34
14.5. Рекомендована література	34
15. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. БАГАТОМОВНІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5	35
15.1. План проведення практичного заняття.....	35
15.2. Основні відомості про багатомовні візуалізації в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5	35
15.3. Практичне завдання.....	35
15.4. Питання для самоперевірки	37
15.5. Рекомендована література	37
16. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ ДО ЕЛЕМЕНТІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5.....	38
16.1. План проведення практичного заняття.....	38
16.2. Основні відомості про керування доступом до елементів візуалізації в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.....	38
16.3. Практичне завдання.....	38
16.4. Питання для самоперевірки	43
16.5. Рекомендована література	43
17. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. МЕНЕДЖЕР РЕЦЕПТІВ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5	44
17.1. План проведення практичного заняття.....	44
17.2. Основні відомості про Менеджер рецептів в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.....	44
17.3. Практичне завдання.....	44
17.4. Питання для самоперевірки	47
17.5. Рекомендована література	47
18. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗНАЧЕНЬ ЗМІННИХ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5	48
18.1. План проведення практичного заняття.....	48
18.2. Основні відомості про перетворення значень змінних в Редакторі	

візуалізації CoDeSys Version 3.5	48
18.3. Практичне завдання.....	48
18.4. Питання для самоперевірки	50
18.5. Рекомендована література	50
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	51

ПЕРЕДМОВА

Сучасні виробничі процеси (а також технологічні процеси як складова виробничих процесів) передбачають максимально можливу автоматизацію і одночасно максимально можливий контроль зі сторони людини. Це дозволяє виявляти порушення на будь-яких операціях, ділянках або лініях таких процесів, за рахунок чого з'являється можливість підвищення безпеки праці і якості продукції, яка випускається.

Для того, щоб забезпечити максимальну керуємість виробничим процесом, необхідно оперативно збирати дані про виробничі параметри і одночасно з цим (за необхідності) створювати керувальні впливи на ці параметри. Для вирішення таких задач призначені SCADA-системи.

SCADA-системи (абр. від англ. Supervisory Control and Data Acquisition, оперативне керування і збір даних) – це пакети програм, які призначені для розробки і/або забезпечення роботи систем збору, обробки, відображення і архівування даних про об'єкт керування (об'єкт автоматизації). Звичайно вони є частиною систем промислової автоматизації і можуть використовуватися практично в усіх галузях промисловості. Основні особливості SCADA-систем – взаємодія з об'єктом керування в реальному часі і забезпечення людино-машинного інтерфейсу. Вони можуть бути як централізованими, так і розподіленими.

Основним людино-машинним інтерфейсом SCADA-систем є мнемосхеми – наглядні графічні зображення структурної або функціональної схеми об'єкта контролю, які розробляються і виконуються на засобах обчислювальної техніки (персональних/промислових комп'ютерах, серверах, робочих станціях і так далі). Крім того, до складу мнемосхем SCADA-систем часто входять вбудовані екрани контролерів, панелі оператора, сенсорні панельні контролери, промислові комп'ютери при наявності монітора і так далі.

Разом зі SCADA-системою звичайно використовуються один або кілька OPC-серверів (OPC DA, OPC HDA, OPC AE, OPC UA і так далі). Вони є своєрідним “прошарком” між технічними засобами автоматизації (з одного боку) і SCADA-системою (з іншого боку), здійснюючи доступ до таких засобів за допомогою відповідним інтерфейсів, протоколів і каналів обміну даними. Іноді OPC-сервери є невід'ємною складовою частиною SCADA-систем.

Таким чином, знання основних принципів побудови SCADA-систем дає можливість суттєво підвищити якість виробничої діяльності людини.

ВСТУП

Практикум з дисципліни “SCADA-системи” передбачає розв’язання основних завдань, які відносяться до розробки і/або забезпечення роботи систем збору, обробки, відображення і архівування даних про об’єкт керування (об’єкт автоматизації).

Він складається з двох частин: частини 1 і частини 2. Частина 2, в свою чергу, складається з дев’яти практичних занять. Кожне практичне заняття утримує план проведення, основні відомості про зміст завдання, завдання, питання для самоперевірки і рекомендовану літературу.

Зокрема, 10-те практичне заняття присвячено дослідженню основних властивостей **Редактора візуалізації CoDeSys Version 3.5**; 11-те практичне заняття присвячено дослідженню перемикання між візуалізаціями в **Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5**; 12-те практичне заняття присвячено дослідженню діалогових вікон в **Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5**; 13-те практичне заняття присвячено дослідженню фреймів в **Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5**; 14-те практичне заняття присвячено дослідженню анімації в **Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5**; 15-те практичне заняття присвячено дослідженню багатомовних візуалізацій в **Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5**; 16-те практичне заняття присвячено дослідженню керування доступом до елементів візуалізації в **Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5**; 17-те практичне заняття присвячено дослідженню **Менеджера рецептів** в **Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5**; 18-те практичне заняття присвячено дослідженню перетворення значень змінних в **Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5**.

10. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕДАКТОРА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5

10.1. План проведення практичного заняття

Практичне заняття присвячене дослідженню основних властивостей Редактора візуалізації CoDeSys Version 3.5.

10.2. Основні відомості про Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5

10.2.1. Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 як SCADA-система

CoDeSys Version 3.5 є середовищем програмування програмованих логічних контролерів (далі – ПЛК). Зокрема, таке середовище використовується для програмування ПЛК виробництва ТОВ “ВО ОБЕН”, таких як ПЛК200, ПЛК210, ПЛК304, СПК107, СПК110 і деяких інших.

Однією з відмінностей CoDeSys Version 3.5 від CoDeSys Version 2.3 є те, що ПЛК для роботи з CoDeSys Version 3.5 повинні мати вбудовану операційну систему (зокрема, ПЛК виробництва ТОВ “ВО ОБЕН” мають вбудовану операційну систему Linux).

Ще однією відмінністю CoDeSys Version 3.5 є те, що ПЛК, для яких CoDeSys Version 3.5 дозволяє створювати програмне забезпечення, переважно мають розширені можливості для комунікації і підвищення надійності, але не призначені для роботи безпосередньо з технічними засобами автоматизації.

Для реалізації людино-машинного інтерфейсу CoDeSys Version 3.5 має вбудовану SCADA-систему, яка має назву “візуалізація” і реалізується за допомогою **Редактора візуалізації CoDeSys Version 3.5** (далі – **Редактор візуалізації**). Звичайно можливості такої візуалізації є достатніми для того, щоб керувати одним або кількома виробничими процесами, в яких такий ПЛК використовується. Візуалізація має елементи візуалізації, які дозволяють здійснювати як уведення даних, так і їх виведення. Її особливістю є наявність елементів візуалізації, характерних саме для автоматизації (наприклад, стрілочного індикатора). Також її можна використовувати як в режимі роботи безпосередньо з ПЛК, так і в режимі симуляції роботи з ПЛК.

10.2.2. Елементи візуалізації

10.2.2.1. Основні відомості про елементи візуалізації

Для того, щоб створити новий об'єкт візуалізації, необхідно перейти на вкладку (**Application**) і виконати пункт меню **Проект – Додавання об'єкта – Візуалізація (Project – Add Object – Visualization...)**.

В діалоговому вікні **Додати візуалізацію (Add visualization)** яке відкриється, необхідно задати ідентифікатор нової візуалізації. Елементи візуалізації – це графічні елементи, які використовуються при побудові об'єкта візуалізації в **Редакторі візуалізації**.

Елементи візуалізації, для зручності використання, об'єднані в наступні групи.

1. **Базовий (Basic)**.
2. **Стандартні елементи керування (Common controls)**.
3. **Менеджер тривоги (Alarm manager)**.
4. **Елементи керування вимірюванням (Measurement controls)**.
5. **Індикатори / Перемикачі / Зображення (Lamps / Switches / Bitmaps)**.
6. **Спеціальні елементи керування (Special controls)**.
7. **Елементи керування датою / часом (Date / time controls)**.
8. **Символи (Symbols)**.
9. **Поточний проект (Current project)**.
10. **Обране (Favorite)**.

10.2.2.2. Група елементів візуалізації Базовий (Basic)

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Базовий (Basic)**, відносяться наступні елементи.

1. **Прямокутник (Rectangle)** (див. рис. 10.1).



Рисунок 10.1. Елемент візуалізації Прямокутник (Rectangle)

2. **Скруглений прямокутник (Round rectangle)** (див. рис. 10.2).



Рисунок 10.2. Елемент візуалізації Скруглений прямокутник (Round rectangle)

3. **Еліпс (Ellipse)** (див. рис. 10.3).



Рисунок 10.3. Елемент візуалізації Еліпс (Ellipse)

4. **Лінія (Line)** (див. рис. 10.4).



Рисунок 10.4. Елемент візуалізації Лінія (Line)

5. **Полігон (Polygon)** (див. рис. 10.5).



Рисунок 10.5. Елемент візуалізації Полігон (Polygon)

6. **Ламана (Polyline)** (див. рис. 10.6).



Рисунок 10.6. Елемент візуалізації Ламана (Polyline)

7. **Крива Без'є (Bezier curve)** (див. рис. 10.7).



Рисунок 10.7. Елемент візуалізації Крива Без'є (Bezier curve)

8. **Секторна діаграма (Pie)** (див. рис. 10.8).



Рисунок 10.8. Елемент візуалізації Секторна діаграма (Pie)

9. **Зображення (Image)** (див. рис. 10.9).



Рисунок 10.9. Елемент візуалізації Зображення (Image)

10. **Фрейм (Frame)** (див. рис. 10.10).



Рисунок 10.10. Елемент візуалізації Фрейм (Frame)

10.2.2.3. Група елементів візуалізації Стандартні елементи керування (Common controls)

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Стандартні елементи керування (Common controls)**, відносяться наступні елементи.

1. **Мітка (Label)** (див. рис. 10.11).



Рисунок 10.11. Елемент візуалізації Мітка (Label)

2. **Цілочислене комбіноване вікно (Combo box integer)** (див. рис. 10.12).



Рисунок 10.12. Елемент візуалізації Цілочислене комбіноване вікно (Combo box integer)

3. **Комбіноване вікно “масив” (Combo box array)** (див. рис. 10.13).



Рисунок 10.13. Елемент візуалізації Комбіноване вікно “масив” (Combo box array)

4. **Набір вкладок (Tab control)** (див. рис. 10.14).



Рисунок 10.14. Елемент візуалізації Набір вкладок (Tab control)

5. **Кнопка (Button)** (див. рис. 10.15).



Рисунок 10.15. Елемент візуалізації Кнопка (Button)

6. Група (**Group box**) (див. рис. 10.16).



Рисунок 10.16. Елемент візуалізації Група (**Group box**)

7. Таблиця (**Table**) (див. рис. 10.17).



Рисунок 10.17. Елемент візуалізації Таблиця (**Table**)

8. Текстове поле (**Text field**) (див. рис. 10.18).



Рисунок 10.18. Елемент візуалізації Текстове поле (**Text field**)

9. Кнопка-прапорець (**Checkbox**) (див. рис. 10.19).



Рисунок 10.19. Елемент візуалізації Кнопка-прапорець (**Checkbox**)

10. Радіо-кнопка (**Radio button**) (див. рис. 10.20).



Рисунок 10.20. Елемент візуалізації Радіо-кнопка (**Radio button**)

11. Керування обертанням (**SpinControl**) (див. рис. 10.21).



Рисунок 10.21. Елемент візуалізації Керування обертанням (**SpinControl**)

12. Невидиме введення (**Invisible input**) (див. рис. 10.22).



Рисунок 10.22. Елемент візуалізації Невидиме введення (**Invisible input**)

13. **Індикатор виконання (Progress bar)** (див. рис. 10.23).



Рисунок 10.23. Елемент візуалізації Індикатор виконання (Progress bar)

14. **Смуга прокрутки (Scrollbar)** (див. рис. 10.24).



Рисунок 10.24. Елемент візуалізації Смуга прокрутки (Scrollbar)

15. **Бігунок (Slider)** (див. рис. 10.25).



Рисунок 10.25. Елемент візуалізації Бігунок (Slider)

10.2.2.4. Група елементів візуалізації Менеджер тривоги (Alarm manager)

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Менеджер тривоги (Alarm manager)**, відносяться наступні елементи.

1. **Таблиця тривоги (Alarm table)** (див. рис. 10.26).



Рисунок 10.26. Елемент візуалізації Таблиця тривоги (Alarm table)

2. **Банер тривоги (Alarm banner)** (див. рис. 10.27).



Рисунок 10.27. Елемент візуалізації Банер тривоги (Alarm banner)

10.2.2.5. Група елементів візуалізації Елементи керування вимірюванням (Measurement controls)

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Елементи керування вимірюванням (Measurement controls)**, відносяться наступні елементи.

1. **Відображення лінійки (Bar display)** (див. рис. 10.28).



Рисунок 10.28. Елемент візуалізації Відображення лінійки (Bar display)

2. **Стрілочний індикатор 90° (Meter 90°)** (див. рис. 10.29).



Рисунок 10.29. Елемент візуалізації Стрілочний індикатор 90° (Meter 90°)

3. **Стрілочний індикатор 180° (Meter 180°)** (див. рис. 10.30).



Рисунок 10.30. Елемент візуалізації Стрілочний індикатор 180° (Meter 180°)

4. **Стрілочний індикатор (Meter)** (див. рис. 10.31).



Рисунок 10.31. Елемент візуалізації Стрілочний індикатор (Meter)

5. **Потенціометр (Potentiometer)** (див. рис. 10.32).



Рисунок 10.32. Елемент візуалізації Потенціометр (Potentiometer)

6. **Гістограма (Histogram)** (див. рис. 10.33).



Рисунок 10.33. Елемент візуалізації Гістограма (Histogram)

10.2.2.6. Група елементів візуалізації Індикатори / Перемикачі / Зображення (Lamps / Switches / Bitmaps)

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Індикатори / Перемикачі / Зображення (Lamps / Switches / Bitmaps)**, відносяться наступні елементи.

1. **Перемикач зображення (Image switcher)** (див. рис. 10.34).



Рисунок 10.34. Елемент візуалізації Перемикач зображення (Image switcher)

2. **Натискний вимикач з світлодіодом (Push switch LED)** (див. рис. 10.35).



Рисунок 10.35. Елемент візуалізації Натискний вимикач з світлодіодом (Push switch LED)

3. Індикатор (Lamp) (див. рис. 10.36).



Рисунок 10.36. Елемент візуалізації Індикатор (Lamp)

4. Перемикач (Dip switch) (див. рис. 10.37).



Рисунок 10.37. Елемент візуалізації Перемикач (Dip switch)

5. Перемикач живлення (Power switch) (див. рис. 10.38).



Рисунок 10.38. Елемент візуалізації Перемикач живлення (Power switch)

6. Натискний вимикач (Push switch) (див. рис. 10.39).



Рисунок 10.39. Елемент візуалізації Натискний вимикач (Push switch)

7. Клавішний вимикач (Rocker switch) (див. рис. 10.40).



Рисунок 10.40. Елемент візуалізації Клавішний вимикач (Rocker switch)

8. Обертальний вимикач (Rotary switch) (див. рис. 10.41).



Рисунок 10.41. Елемент візуалізації Обертальний вимикач (Rotary switch)

10.2.2.7. Група елементів візуалізації Елементи керування датою / часом (Date / time controls)

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Елементи керування датою/часом (Date / time controls)** відносяться наступні елементи.

1. **Елемент вибору інтервалу дат (Date range picker)** (див. рис. 10.42).



Рисунок 10.42. Елемент візуалізації Елемент вибору інтервалу дат (Date range picker)

2. **Елемент вибору часового діапазону (Time range picker)** (див. рис. 10.43).



Рисунок 10.43. Елемент візуалізації Елемент вибору часового діапазону (Time range picker)

3. **Аналоговий годинник (Analog clock)** (див. рис. 10.44).



Рисунок 10.44. Елемент візуалізації Аналоговий годинник (Analog clock)

4. **Елемент вибору дати (Date picker)** (див. рис. 10.45).



Рисунок 10.45. Елемент візуалізації Елемент вибору дати (Date picker)

5. **Елемент вибору дати і часу (Date and time picker)** (див. рис. 10.46).



Рисунок 10.46. Елемент візуалізації Елемент вибору дати і часу (Date and time picker)

10.2.2.8. Група елементів візуалізації Спеціальні елементи керування (Special controls)

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Спеціальні елементи керування (Special controls)**, відносяться наступні елементи.

1. **Траєкторія (Trace)** (див. рис. 10.47).



Рисунок 10.47. Елемент візуалізації Траєкторія (Trace)

2. **Тенденція (Trend)** (див. рис. 10.48).



Рисунок 10.48. Елемент візуалізації Тенденція (Trend)

3. **Легенда (Legend)** (див. рис. 10.49).



Рисунок 10.49. Елемент візуалізації Легенда (Legend)

4. **Елемент ActiveX (ActiveX element)** (див. рис. 10.50).



Рисунок 10.50. Елемент візуалізації Елемент ActiveX (ActiveX element)

5. **Веб-браузер (Web browser)** (див. рис. 10.51).



Рисунок 10.51. Елемент візуалізації Веб-браузер (Web browser)

6. **Текстовий редактор (Text editor)** (див. рис. 10.52).



Рисунок 10.52. Елемент візуалізації Текстовий редактор (Text editor)

7. **Панель керування (ControlPanel)** (див. рис. 10.53).



Рисунок 10.53. Елемент візуалізації Панель керування (ControlPanel)

8. **Символ очікування Кубик (Waiting symbol cube)** (див. рис. 10.54).



Рисунок 10.54. Елемент візуалізації Символ очікування Кубик (Waiting symbol cube)

9. **Символ очікування Квітка (Waiting symbol flower)** (див. рис. 10.55).



Рисунок 10.55. Елемент візуалізації Символ очікування Квітка (Waiting symbol flower)

10. **Шлях 3D (Path3D)** (див. рис. 10.56).



Рисунок 10.56. Елемент візуалізації Шлях 3D (Path3D)

10.2.2.9. Група елементів візуалізації Символи (Symbols)

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Символи (Symbols)**, відноситься достатньо багато елементів. Зокрема, це наступні елементи.

1. **Чотири стрілки в (4 Arrows In)** (див. рис. 10.57).



Рисунок 10.57. Елемент візуалізації Чотири стрілки в (4 Arrows In)

2. **Чотири стрілки з (4 Arrows Out)** (див. рис. 10.58).



Рисунок 10.58. Елемент візуалізації Чотири стрілки з (4 Arrows Out)

3. **Шрифт (Font)** (див. рис. 10.59).



Рисунок 10.59. Елемент візуалізації Шрифт (Font)

4. Додому (Home) (див. рис. 10.60).



Рисунок 10.60. Елемент візуалізації Додому (Home)

5. Ключ (Key) (див. рис. 10.61).



Рисунок 10.61. Елемент візуалізації Ключ (Key)

10.2.2.10. Група елементів візуалізації Поточний проект

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Поточний проект (Current project)**, відносяться візуалізації, створені в поточному проекті.

10.2.2.11. Група елементів візуалізації Обране

До елементів візуалізації, які об'єднані в групу **Обране (Favorite)**, відносяться елементи, які обрані для частого використання.

10.2.3. Властивості елементів візуалізації

Кожний елемент візуалізації має свої властивості. Наприклад, до основних властивостей елементів візуалізації **Прямокутник (Rectangle)** (див. рис. 10.1) відносяться наступні властивості.

1. **Ім'я елемента (Element name)** – властивість, яка визначає ім'я елемента.

2. **Тип елемента (Type of element)** – властивість, яка визначає тип елемента.

3. **Позиція (Position)** – група властивостей, які визначають положення елемента відносно кожної з осей в системі координат візуалізації, а також ширину, висоту і кут елемента.

4. **Центр (Center)** – група властивостей, які визначають положення центра елемента відносно кожної з осей в системі координат візуалізації.

5. **Кольори (Colors)** – група властивостей, які визначають колір елемента

в нормальному стані і в стані тривоги.

6. **Використати колір градієнта (Use gradient color)** – властивість, яка визначає колір градієнта.

7. **Настроювання градієнта (Gradient settings)** – властивість, яка визначає настроювання градієнта.

8. **Вигляд елемента (Element look)** – група властивостей, які визначають рамку і заливку елемента.

9. **Тексти (Texts)** – група властивостей, які визначають текст, який буде відображатися елементом, і тексти підказки.

10. **Властивості тексту (Text properties)** – група властивостей, які визначають властивості тексту, який буде відображатися елементом.

11. **Абсолютне переміщення (Absolute movement)** – група властивостей, які визначають переміщення, обертання, масштабування елемента як єдиного цілого.

12. **Відносне переміщення (Relative movement)** – група властивостей, які визначають переміщення окремо лівої, правої, нижньої і верхньої частин елемента.

13. **Текстові змінні (Text variables)** – група властивостей, які визначають змінну, значення якої буде відображатися елементом, і змінну, значення якої буде відображатися підказкою.

14. **Динамічні тексти (Dynamic texts)** – група властивостей, які визначають список текстів, що можуть по черзі відображатися елементом.

15. **Змінні шрифту (Font variables)** – група властивостей, які визначають змінні, значення яких будуть впливати на шрифт елемента.

16. **Змінні кольору (Color variables)** – група властивостей, які визначають змінні, значення яких будуть впливати на колір елемента.

17. **Змінні вигляду (Look variables)** – група властивостей, які визначають змінні, значення яких будуть впливати на рамку і заливку елемента.

18. **Змінні стану (State variables)** – група властивостей, які визначають змінні, значення яких будуть впливати на стан елемента.

19. **Конфігурація уведення (Input configuration)** – група властивостей, які визначають дії, які будуть здійснюватися при натисканні на елемент.

10.3. Практичне завдання

1. Створити в CoDeSys Стандартний проект, задавши для нього ідентифікатор **Visualization example**.

2. Обрати в якості пристрою CODESYS Control Win V3 (3S – Smart Software Solutions GmbH), а мови програмування – Структурований текст (ST).

3. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

4. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Start**.

5. Вставити у візуалізацію елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**.

6. Задати для елемента візуалізації **Прямокутник (Rectangle)** наступну властивість: **Ім’я елемента (Element name)**.

7. Задати для елемента візуалізації **Прямокутник (Rectangle)** для властивості **Позиція (Position)** наступні властивості:

- **X (X)**;

- **Y (Y)**;

- **Ширина (Width)**;

- **Висота (Height)**;

- **Кут (Angle)**.

8. Задати для елемента візуалізації **Прямокутник (Rectangle)** для властивості **Центр (Center)** наступні властивості:

- **X (X)**;

- **Y (Y)**.

9. Задати для елемента візуалізації **Прямокутник (Rectangle)** для властивості **Кольори (Colors)** наступні властивості:

- для властивості **Нормальний стан (Normal state)**: **Колір рамки (Frame color)**, **Колір заливки (Fill color)** і **Прозорість (Transparency)**;

- для властивості **Тривожний стан (Alarm state)**: **Колір рамки (Frame color)**, **Колір заливки (Fill color)** і **Прозорість (Transparency)**.

10. Задати для елемента візуалізації **Прямокутник (Rectangle)** наступні властивості:

- **Використовувати градієнтний колір (Use gradient color)**;

- **Настроювання градієнта (Gradient settings)**.

11. Задати для елемента візуалізації **Прямокутник (Rectangle)** для властивості **Вигляд елемента (Element look)** наступні властивості:

- **Ширина лінії рамки (Line width)**;

- **Атрибути заливки (Fill attributes)**;

- **Тип лінії (Line style)**.

12. Задати для елемента візуалізації **Прямокутник (Rectangle)** для властивості **Тексти (Texts)** наступні властивості:

- Текст (**Text**);
- Підказка (**Tooltip**).

13. Задати для елемента візуалізації **Прямокутник (Rectangle)** для властивості **Властивості текста (Text properties)** наступні властивості:

- **Горизонтальне вирівнювання (Horizontal alignment)**;
- **Вертикальне вирівнювання (Vertical alignment)**;
- **Формат текста (Text format)**;
- **Шрифт (Font)**;
- **Колір шрифту (Font color)**;
- **Прозорість шрифту (Transparency)**.

14. Повторити п. 1 – п. 13 для кількох інших елементів візуалізації (наприклад, для **Лінія (Line)**, **Ламана (Polyline)** або **Секторна діаграма (Pie)**) з деякими відмінностями, які залежать від типу елемента візуалізації.

10.4. Питання для самоперевірки

1. Які елементи візуалізації об'єднані в групу **Базовий (Basic)**?
2. Які елементи візуалізації об'єднані в групу **Стандартні елементи керування (Common controls)**?
3. Які елементи візуалізації об'єднані в групу **Менеджер тривоги (Alarm manager)**?
4. Які елементи візуалізації об'єднані в групу **Елементи керування вимірюванням (Measurement controls)**?
5. Які елементи візуалізації об'єднані в групу **Індикатори / Перемикачі / Зображення (Lamps / Switches / Bitmaps)**?
6. Які елементи візуалізації об'єднані в групу **Спеціальні елементи керування (Special controls)**?
7. Які елементи візуалізації об'єднані в групу **Елементи керування датою / часом (Date / time controls)**?
8. Які елементи візуалізації об'єднані в групу **Символи (Symbols)**?

10.5. Рекомендована література

Базова література: [1–6].

Додаткова література: [1–6].

11. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. ПЕРЕМИКАННЯ МІЖ ВІЗУАЛІЗАЦІЯМИ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5

11.1. План проведення практичного заняття

Практичне заняття присвячене дослідженню перемикання між візуалізаціями в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.

11.2. Основні відомості про перемикання між візуалізаціями в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5

Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 (далі – Редактор візуалізації) дозволяє створювати достатньо велику кількість візуалізацій, які є незалежними одна від одної. Для того, щоб за допомогою SCADA-системи керувати виробничою операцією або виробничим процесом, однієї візуалізації звичайно недостатньо. В такому випадку використовуються кілька візуалізацій, одна з яких є “стартовою”, а на інші, за необхідності, можна переходити з “стартової” візуалізації або з інших візуалізацій і навпаки.

11.3. Практичне завдання

1. Створити в CoDeSys Стандартний проект, задавши для нього ідентифікатор **Visualization example**.
2. Обрати в якості пристрою CODESYS Control Win V3 (3S – Smart Software Solutions GmbH), а мови програмування – Структурований текст (ST).
3. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.
4. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Start**.
5. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start**.
6. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start** задати значення “Стартова візуалізація”.
7. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_1**.
8. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_1** задати значення “Візуалізація №1”.
9. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Rectangle_Start_1**

задати **Змінити відображаєму візуалізацію (Change shown visualization)** і перехід на візуалізацію **Vis_1**.

10. Вставити у візуалізацію елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_2**.

11. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_2** задати значення “Візуалізація №2”.

12. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Rectangle_Start_2** задати **Змінити відображаєму візуалізацію (Change shown visualization)** і перехід на візуалізацію **Vis_2**.

13. Вставити у візуалізацію елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_3**.

14. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_3** задати значення “Візуалізація №3”.

15. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Rectangle_Start_3** задати **Змінити відображаєму візуалізацію (Change shown visualization)** і перехід на візуалізацію **Vis_3**.

16. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

17. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_1**.

18. Вставити у візуалізацію **Vis_1** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Vis_1**.

19. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Vis_1** задати значення “Візуалізація №1”.

20. Вставити у візуалізацію елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Ret_Vis_1**.

21. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Ret_Vis_1** задати значення “Повернутися”.

22. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Rectangle_Ret_Vis_1** задати **Змінити відображаєму візуалізацію (Change shown visualization)** і перехід на візуалізацію **Vis_Start**.

23. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

24. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_2**.

25. Вставити у візуалізацію **Vis_2** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Vis_2**.

26. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)**

елемента візуалізації **Rectangle_Vis_2** задати значення “Візуалізація №2”.

27. Вставити у візуалізацію елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Ret_Vis_2**.

28. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Ret_Vis_2** задати значення “Повернутися”.

29. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Rectangle_Ret_Vis_2** задати **Змінити відображаєму візуалізацію (Change shown visualization)** і перехід на візуалізацію **Vis_Start**.

30. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

31. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_3**.

32. Вставити у візуалізацію **Vis_3** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Vis_3**.

33. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Vis_3** задати значення “Візуалізація №3”.

34. Вставити у візуалізацію елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Ret_Vis_3**.

35. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Ret_Vis_3** задати значення “Повернутися”.

36. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Rectangle_Ret_Vis_3** задати **Змінити відображаєму візуалізацію (Change shown visualization)** і перехід на візуалізацію **Vis_Start**.

37. Запустити проект на виконання на віртуальному контролері CODESYS Control Win V3, здійснити переходи між візуалізаціями.

11.4. Питання для самоперевірки

1. Для чого використовується перемикання між візуалізаціями?
2. Що таке віртуальний контролер CODESYS Control Win V3?
3. Що таке цільовий пристрій візуалізації?
4. Що таке Target- і Web-візуалізації?
5. Яке призначення системної змінної **VisuElems.CurrentVisu**?

11.5. Рекомендована література

Базова література: [4, 5, 6].

Додаткова література: [1, 2, 5, 6].

12. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ.

ДІАЛОГОВІ ВІКНА В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5

12.1. План проведення практичного заняття

Практичне заняття присвячене дослідженню діалогових вікон в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.

12.2. Основні відомості про діалогові вікна в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5

Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 (далі – Редактор візуалізації) дозволяє створювати достатньо велику кількість діалогових вікон (по суті візуалізацій, які функціонують в режимі діалогових вікон), які є незалежними одне від одного, при цьому одночасно можна використовувати тільки одне діалогове вікно. Для того, щоб за допомогою SCADA-системи керувати виробничою операцією або виробничим процесом, звичайно потрібно час від часу змінювати певні налаштування (задані значення виробничих параметрів, період опитування, коефіцієнти передачі регуляторів, послідовність виконання виробничих операцій і так далі). В такому випадку використовуються діалогові вікна, які дозволяють не тільки задати потрібні значення, але і надати додаткову (наприклад, довідкову) інформацію. Дані, які були отримані в діалоговому вікні, можуть бути або передані у візуалізацію, яка викликала таке діалогове вікно (звичайно шляхом натискання кнопки “ОК”), або їх передача у візуалізацію здійснюватися не буде (звичайно шляхом натискання кнопки “Cancel”). Якщо такі дані є не скалярними (одне значення), а складеними (два, три або більше значень за рахунок використання, наприклад, масивів або структур), то за один виклик діалогового вікна можна передати зразу кілька налаштувань.

12.3. Практичне завдання

1. Створити в CoDeSys Стандартний проект, задавши для нього ідентифікатор **Visualization example**.
2. Обрати в якості пристрою CODESYS Control Win V3 (3S – Smart Software Solutions GmbH), а мови програмування – Структурований текст (ST).
3. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Start_Processing**

цілочислового типу **WORD** (може приймати цілі значення в діапазоні від 0 до 65535).

4. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

5. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Start**.

6. Задати для тла візуалізації **Vis_Start** колір (наприклад, світло-сірий або блакитний).

7. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start**.

8. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start** задати значення “Результат: %d”.

9. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Start** задати локальну змінну **Var_Start_Processing**.

10. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start**.

11. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start** задати значення “Відкриття діалогу”.

12. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

13. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Dialog**.

14. Задати для тла візуалізації **Vis_Dialog** колір (наприклад, світло-зелений або жовтий).

15. У властивостях візуалізації **Vis_Dialog** задати використання такої візуалізації як **Діалог (Dialog)**.

16. Задати для візуалізації **Vis_Dialog** вхідну/вихідну змінну **Var_Dialog_Processing** цілочислового типу **WORD** (може приймати цілі значення в діапазоні від 0 до 65535).

17. Вставити у візуалізацію **Vis_Dialog** елемент візуалізації **Керування обертанням (SpinControl)**, задавши для нього ідентифікатор **SpinControl_Dialog**.

18. Для властивості **Змінна (Variable)** елемента візуалізації **SpinControl_Dialog** задати вхідну/вихідну змінну **Var_Dialog_Processing**.

19. Вставити у візуалізацію **Vis_Dialog** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Dialog_OK**.

20. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)**

елемента візуалізації **Button_Dialog_OK** задати значення “OK”.

21. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Dialog_OK** задати **Закрити діалог (Close Dialog)** із закриттям візуалізації **Vis_Dialog**, при цьому як результат використовується **OK**.

22. Вставити у візуалізацію **Vis_Dialog** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Dialog_Cancel**.

23. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Dialog_Cancel** задати значення “Cancel”.

24. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Dialog_Cancel** задати **Закрити діалог (Close Dialog)** із закриттям візуалізації **Vis_Dialog**, при цьому як результат використовується **Cancel**.

25. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start** задати **Відкрити діалог (Open Dialog)** з відкриттям візуалізації **Vis_Dialog**, при цьому змінній **Var_Dialog_Processing** повинна бути зіставлена змінна **Var_Start_Processing**, а як результат використовується **OK**.

26. Запустити проект на виконання на віртуальному контролері CODESYS Control Win V3, здійснити відкриття і закриття діалогового вікна з метою зміни значення **Var_Start_Processing**.

12.4. Питання для самоперевірки

1. Для чого використовуються діалогові вікна?
2. Які значення звичайно повертають діалогові вікна як результат свого закриття?
3. Який тип даних може бути використаний в діалоговому вікні для передачі, наприклад, стану електромагнітного реле?
4. Який тип даних може бути використаний в діалоговому вікні для передачі, наприклад, кількості однотипової продукції?
5. Який тип даних може бути використаний в діалоговому вікні для передачі, наприклад, значення виробничого параметра?
6. Який тип даних може бути використаний в діалоговому вікні для передачі, наприклад, дати і/або часу?

12.5. Рекомендована література

Базова література: [4, 5, 6].

Додаткова література: [1, 2, 5, 6].

13. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ.

ФРЕЙМИ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5

13.1. План проведення практичного заняття

Практичне заняття присвячене дослідженню фреймів в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.

13.2. Основні відомості про фрейми в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5

Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 (далі – Редактор візуалізації) дозволяє взаємодіяти з достатньо великою кількістю пристроїв, які є незалежними один від одного, при цьому апаратне і/або програмне забезпечення яких часто є однаковим або дуже схожим. Для того, щоб за допомогою SCADA-системи керувати виробничою операцією або виробничим процесом, звичайно потрібно час від часу змінювати певні налаштування таких пристроїв (стала часу вхідного фільтра, стала часу вихідного фільтра, корекція “зсув характеристики”, корекція “нахил характеристики”, значення вихідного сигналу у випадку аварії і так далі). В такому випадку використовуються фрейми, які дозволяють отримати з одного місця, але по черзі доступ до налаштувань всіх пристроїв.

13.3. Практичне завдання

1. Створити в CoDeSys Стандартний проект, задавши для нього ідентифікатор **Visualization example**.

2. Обрати в якості пристрою CODESYS Control Win V3 (3S – Smart Software Solutions GmbH), а мови програмування – Структурований текст (ST).

3. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Frame_Device_1** рядкового типу **WSTRING** (може утримувати рядки в форматі Unicode) з початковим значенням “Пристрій №1”.

4. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Start_Processing_1** цілочислового типу **WORD** (може приймати цілі значення в діапазоні від 0 до 65535).

5. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Frame_Device_2** рядкового типу **WSTRING** (може утримувати рядки в форматі Unicode) з початковим значенням “Пристрій №2”.

6. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Start_Processing_2** цілочислового типу **WORD** (може приймати цілі значення в діапазоні від 0 до 65535).

7. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

8. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Start**.

9. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Фрейм (Frame)**, задавши для нього ідентифікатор **Frame_Start**.

10. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_1**.

11. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_1** задати значення “Пристрій №1”.

12. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_2**.

13. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_2** задати значення “Пристрій №2”.

14. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

15. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Frame**.

16. Задати для візуалізації **Vis_Frame** вхідну/вихідну змінну **Var_Frame_Device** рядкового типу **WSTRING** (може приймати рядкові значення в форматі Unicode).

17. Задати для візуалізації **Vis_Frame** вхідну/вихідну змінну **Var_Frame_Processing** цілочислового типу **WORD** (може приймати цілі значення в діапазоні від 0 до 65535).

18. Вставити у візуалізацію **Vis_Frame** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Frame**.

19. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Frame** задати значення “%s”.

20. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Frame** задати вхідну/вихідну змінну **Var_Frame_Device**.

21. Вставити у візуалізацію **Vis_Frame** елемент візуалізації **Керування обертанням (SpinControl)**, задавши для нього ідентифікатор **SpinControl_Frame**.

22. Для властивості **Змінна (Variable)** елемента візуалізації

SpinControl_Frame задати локальну змінну **Var_Frame_Processing**.

23. Створити в елементі візуалізації **Frame_Start** два екземпляри візуалізації **Vis_Frame**.

24. В першому екземплярі візуалізації **Vis_Frame** до змінної **Var_Frame_Device** прив'язати змінну **Var_Frame_Device_1**.

25. В першому екземплярі візуалізації **Vis_Frame** до змінної **Var_Frame_Processing** прив'язати змінну **Var_Start_Processing_1**.

26. В другому екземплярі візуалізації **Vis_Frame** до змінної **Var_Frame_Device** прив'язати змінну **Var_Frame_Device_2**.

27. В другому екземплярі візуалізації **Vis_Frame** до змінної **Var_Frame_Processing** прив'язати змінну **Var_Start_Processing_2**.

28. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_1** задати **Переключити візуалізацію у фреймі (Switch frame visualization)** і перехід на перший екземпляр візуалізації **Vis_Frame**.

29. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_2** задати **Переключити візуалізацію у фреймі (Change shown visualization)** і перехід на другий екземпляр візуалізації **Vis_Frame**.

30. Запустити проект на виконання на віртуальному контролері CODESYS Control Win V3, здійснити переходи між екземплярами візуалізації в межах фрейму.

13.4. Питання для самоперевірки

1. Для чого використовуються фрейми?
2. Як здійснити переходи між екземплярами візуалізації в межах фрейму?
3. Що таке “змінні інтерфейсу” і як вони використовуються при роботі з екземплярами візуалізації в межах фрейму?
4. Для якої приблизної кількості однотипових пристроїв доцільно використовувати фрейми?
5. Які варіанти оформлення фреймів при проектуванні мнемосхем SCADA-систем найбільш доцільно використовувати?

13.5. Рекомендована література

Базова література: [4, 5, 6].

Додаткова література: [1, 2, 5, 6].

14. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ.

АНІМАЦІЯ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5

14.1. План проведення практичного заняття

Практичне заняття присвячене дослідженню анімації в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.

14.2. Основні відомості про анімацію в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5

Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 (далі – Редактор візуалізації) дозволяє за допомогою анімацій, які є незалежними одна від одної, наглядно представляти зміни станів технічних засобів автоматизації, а також будь-які інші зміни в певних частинах виробничої операції або виробничого процесу. Для того, щоб за допомогою SCADA-системи керувати виробничою операцією або виробничим процесом, початок і частота перемикування кадрів в анімаціях повинні бути узгоджені з початком і тривалістю таких частин, причому наведена узгодженість під час роботи SCADA-системи повинна витримуватися постійно.

14.3. Практичне завдання

1. Створити в CoDeSys Стандартний проект, задавши для нього ідентифікатор **Visualization example**.
2. Обрати в якості пристрою CODESYS Control Win V3 (3S – Smart Software Solutions GmbH), а мови програмування – Структурований текст (ST).
3. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Image_E_D** логічного типу **BOOL** (може приймати логічні значення TRUE або FALSE).
4. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Image_Counter** цілочислового типу **WORD** (може приймати цілі значення в діапазоні від 0 до 65535) з початковим значенням “1”.
5. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Current_Frame** рядкового типу **STRING** (може утримувати рядки в форматі ASCII) з початковим значенням “Image_01”.
6. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Пул зображень... (Project – Add Object – Image pool...)**.

7. Задати для ідентифікатора пулу зображень значення **ImagePool_Start**.
8. Створити кілька (від 5 до 10) файлів із зображеннями, які будуть використовуватися в якості кадрів для анімації (наприклад, такі кадри можуть утримувати зображення ємності з кількома різними рівнями рідини в ній).
9. Додати в пул зображень **ImagePool_Start** файли із зображеннями, послідовно задавши для їх властивостей **ID** значення **Image_01**, **Image_02** і так далі.
10. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.
11. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Start**.
12. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Зображення (Image)**, задавши для нього ідентифікатор **Image_Start** і зв’язавши його з зображенням з пулу зображень **ImagePool_Start**, властивість **ID** якого має значення **Image_01**.
13. Для властивості **Ідентифікатор зображення (Bitmap ID)** групи властивостей **Змінна ідентифікатора зображення (Bitmap ID variable)** елемента візуалізації **Image_Start** задати локальну змінну **Var_Current_Frame**.
14. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Image_E_D**.
15. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_Image_E_D** задати значення “Анімація (Розпочати/Завершити)”.
16. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Image_E_D** задати **Виконати ST-код (Execute ST-code)**.

ST-код повинен бути наступним:

```
PLC_PRG.Var_Image_E_D := NOT PLC_PRG.Var_Image_E_D ;
```

17. Прив’язати програму **PLC_PRG** до задачі **VISU_TASK**, задавши для властивості **Interval (e.g. t#200ms)** цієї задачі значення **t#1s**.

18. Додати в програму **PLC_PRG** наступний ST-код:

```
IF Var_Image_E_D = TRUE THEN
CASE Var_Image_Counter OF
1 : Var_Image_Counter := 2 ;
Var_Current_Frame := 'Image_02' ;
2 : Var_Image_Counter := 3 ;
Var_Current_Frame := 'Image_03' ;
3 : Var_Image_Counter := 4 ;
```

```

Var_Current_Frame := 'Image_04' ;
4 : Var_Image_Counter := 5 ;
Var_Current_Frame := 'Image_05' ;
5 : Var_Image_Counter := 1 ;
Var_Current_Frame := 'Image_01' ;
END_CASE
END_IF

```

Такий ST-код застосовується, якщо використовується 5 файлів із зображеннями (від **Image_01** до **Image_05**). Якщо кількість файлів із зображеннями буде іншою, то останню частину ST-коду необхідно буде замінити.

Наприклад, якщо замість 5 файлів буде використовуватися 6 файлів, то фрагмент ST-коду

```

5 : Var_Image_Counter := 1 ;
Var_Current_Frame := 'Image_01' ;

```

необхідно буде замінити на фрагмент ST-коду

```

5 : Var_Image_Counter := 6 ;
Var_Current_Frame := 'Image_06' ;
6 : Var_Image_Counter := 1 ;
Var_Current_Frame := 'Image_01' ;

```

19. Запустити проект на виконання на віртуальному контролері CODESYS Control Win V3, здійснити анімацію.

14.4. Питання для самоперевірки

1. Для чого використовується анімація?
2. Яким є призначення пулу зображень?
3. Що таке задача і які параметри вона має?
4. Яким чином в елементі візуалізації **Зображення (Image)** можна змінювати поточне зображення?
5. Для яких виробничих операцій або виробничих процесів при проектуванні мнемосхем SCADA-систем найбільш доцільно використовувати анімацію?

14.5. Рекомендована література

Базова література: [4, 5, 6].

Додаткова література: [1, 2, 5, 6].

15. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ.

БАГАТОМОВНІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5

15.1. План проведення практичного заняття

Практичне заняття присвячене дослідженню багатомовних візуалізацій в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.

15.2. Основні відомості про багатомовні візуалізації в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5

Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 (далі – Редактор візуалізації) дозволяє створювати візуалізації з підтримкою кількох мов (наприклад, української, англійської, німецької, французької і так далі), причому перемикання між мовами візуалізації можна здійснювати під час роботи SCADA-системи в будь-який момент. Для того, щоб за допомогою SCADA-системи керувати виробничою операцією або виробничим процесом, який передбачає використання документації чи написів на кількох мовах і/або якщо обслуговуючий таку SCADA-систему персонал спілкується на кількох мовах, оперативна зміна мови людино-машинного інтерфейсу є вагомим фактором, який підвищує керуємість виробничим процесом, безпеку праці і якість продукції, яка випускається.

15.3. Практичне завдання

1. Створити в CoDeSys Стандартний проект, задавши для нього ідентифікатор **Visualization example**.
2. Обрати в якості пристрою CODESYS Control Win V3 (3S – Smart Software Solutions GmbH), а мови програмування – Структурований текст (ST).
3. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Список текстів... (Project – Add Object – Text list...)**.
4. Задати для ідентифікатора списку текстів значення **TextList_Start**.
5. Додати для списку текстів **TextList_Start** мову **Українська**.
6. Додати для списку текстів **TextList_Start** мову **English**.
7. Додати в список текстів **TextList_Start** рядок “Прилад №1” для мови **Default**, рядок “Прилад №1” для мови **Українська** і рядок “Device #1” для мови **English**, задавши для його властивості **ID** значення “1”.

8. Додати в список текстів **TextList_Start** рядок “Прилад №2” для мови **Default**, рядок “Прилад №2” для мови **Українська** і рядок “Device #2” для мови **English**, задавши для його властивості **ID** значення “2”.

9. Додати в список текстів **TextList_Start** рядок “Прилад №3” для мови **Default**, рядок “Прилад №3” для мови **Українська** і рядок “Device #3” для мови **English**, задавши для його властивості **ID** значення “3”.

10. Додати в список текстів **TextList_Start** рядок “Прилад №4” для мови **Default**, рядок “Прилад №4” для мови **Українська** і рядок “Device #4” для мови **English**, задавши для його властивості **ID** значення “4”.

11. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

12. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Start**.

13. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_1**.

14. Для властивості **Список текстів (Text list)** групи властивостей **Динамічні тексти (Dynamic texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_1** задати значення “TextList_Start”.

15. Для властивості **Індекс текстів (Text index)** групи властивостей **Динамічні тексти (Dynamic texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_1** задати значення “1”.

16. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_2**.

17. Для властивості **Список текстів (Text list)** групи властивостей **Динамічні тексти (Dynamic texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_2** задати значення “TextList_Start”.

18. Для властивості **Індекс текстів (Text index)** групи властивостей **Динамічні тексти (Dynamic texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_2** задати значення “2”.

19. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_3**.

20. Для властивості **Список текстів (Text list)** групи властивостей **Динамічні тексти (Dynamic texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_3** задати значення “TextList_Start”.

21. Для властивості **Індекс текстів (Text index)** групи властивостей **Динамічні тексти (Dynamic texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_3** задати значення “3”.

22. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_4**.

23. Для властивості **Список текстів (Text list)** групи властивостей **Динамічні тексти (Dynamic texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_4** задати значення “TextList_Start”.

24. Для властивості **Індекс текстів (Text index)** групи властивостей **Динамічні тексти (Dynamic texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_4** задати значення “4”.

25. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_U**.

26. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_U** задати значення “Українська”.

27. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_U** задати **Змінити мову (Change the language)** із вибором мови **Українська**.

28. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_E**.

29. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_E** задати значення “English”.

30. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_E** задати **Змінити мову (Change the language)** із вибором мови **English**.

31. Запустити проект на виконання на віртуальному контролері CODESYS Control Win V3, здійснити перемикання між мовами візуалізації.

15.4. Питання для самоперевірки

1. Для чого у візуалізації використовуються різні мови?
2. Яким є призначення списку текстів?
3. Що таке “динамічні тексти”?
4. За яких умов при проектуванні мнемосхем SCADA-систем найбільш доцільно використовувати багатомовні візуалізації?
5. Яке призначення системної змінної **VisuElems.CurrentLanguage**?

15.5. Рекомендована література

Базова література: [4, 5, 6].

Додаткова література: [1, 2, 5, 6].

16. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ.

КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ ДО ЕЛЕМЕНТІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5

16.1. План проведення практичного заняття

Практичне заняття присвячене дослідженню керування доступом до елементів візуалізації в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.

16.2. Основні відомості про керування доступом до елементів візуалізації в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5

Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 (далі – Редактор візуалізації) дозволяє обмежувати доступ до елементів візуалізації персоналу, який обслуговує SCADA-систему. Для того, щоб за допомогою SCADA-системи керувати виробничою операцією або виробничим процесом, кожна людина повинна мати доступ тільки до тих елементів людино-машинного інтерфейсу, які потрібні для виконання саме її виробничого завдання. Для кожної з чотирьох (три основні і одна додаткова) груп доступу, незалежно одна від одної, надаються такі можливості доступу, як можливість автоматичного виходу з групи із заданням часу виходу з такої групи та можливість зміни користувацьких даних. В свою чергу, для кожного з користувачів однієї (а також, за необхідності, одночасно двох або трьох) з трьох основних груп доступу надаються можливості задати ім'я для логіна, задати повне ім'я, задати пароль і відключитися. За рахунок задання зв'язку для кожного з елементів візуалізації, незалежно один від одного, з чотирма такими групами доступу в процесі роботи такі елементи будуть або активними, або тільки видимими, або невидимими.

16.3. Практичне завдання

1. Створити в CoDeSys Стандартний проект, задавши для нього ідентифікатор **Visualization example**.
2. Обрати в якості пристрою CODESYS Control Win V3 (3S – Smart Software Solutions GmbH), а мови програмування – Структурований текст (ST).
3. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Rocker_switch_1** логічного типу **BOOL** (може приймати логічні значення TRUE або FALSE).
4. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Rocker_switch_2**

логічного типу **BOOL** (може приймати логічні значення TRUE або FALSE).

5. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Rocker_switch_3** логічного типу **BOOL** (може приймати логічні значення TRUE або FALSE).

6. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

7. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Start**.

8. В **Менеджері візуалізації (Visualization Manager)** на вкладці **Керування користувачами (User management)** натиснути кнопку **Створити керування користувачами з групами і користувачами за замовчуванням (Create user management with default groups and users)**.

9. На вкладці **Групи (Groups)** вкладки **Керування користувачами (User management)** для групи **Admin** скинути прапорець **Автоматичний вихід (Automatic logout)** і встановити прапорець **Дозвіл змінити користувацькі дані (Permission to change user data)**.

10. На вкладці **Групи (Groups)** вкладки **Керування користувачами (User management)** для групи **Service** встановити прапорець **Автоматичний вихід (Automatic logout)**, задати для поля **Час виходу (Logout time)** значення **2 хвилини (2 minute(s))** і скинути прапорець **Дозвіл змінити користувацькі дані (Permission to change user data)**.

11. На вкладці **Групи (Groups)** вкладки **Керування користувачами (User management)** для групи **Operator** встановити прапорець **Автоматичний вихід (Automatic logout)**, задати для поля **Час виходу (Logout time)** значення **2 хвилини (2 minute(s))** і скинути прапорець **Дозвіл змінити користувацькі дані (Permission to change user data)**.

12. На вкладці **Користувачі (Users)** вкладки **Керування користувачами (User management)** для логіна **Admin** задати для поля **Повне ім’я (Full name)** значення **_Admin_** і для поля **Пароль (Password)** значення **11111**.

13. На вкладці **Користувачі (Users)** вкладки **Керування користувачами (User management)** для логіна **Service** задати для поля **Повне ім’я (Full name)** значення **_Service_** і для поля **Пароль (Password)** значення **22222**.

14. На вкладці **Користувачі (Users)** вкладки **Керування користувачами (User management)** для логіна **Operator** задати для поля **Повне ім’я (Full name)** значення **_Operator_** і для поля **Пароль (Password)** значення **33333**.

15. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Login**.

16. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)**

елемента візуалізації **Button_Start_Login** задати значення “Вхід”.

17. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Login** задати Керування користувачами (**User management**) і виконання дії **Увійти (Login)**.

18. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Logout**.

19. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_Logout** задати значення “Вихід”.

20. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Logout** задати Керування користувачами (**User management**) і виконання дії **Вийти (Logout)**.

21. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Password**.

22. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_Password** задати значення “Пароль”.

23. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Password** задати Керування користувачами (**User management**) і виконання дії **Змінити пароль користувача (Change user password)**.

24. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Configuration**.

25. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_Configuration** задати значення “Конфігурація”.

26. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Configuration** задати Керування користувачами (**User management**) і виконання дії **Відкрити конфігурацію користувача (Open user configuration)**.

27. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Клавішний вимикач (Rocker switch)**, задавши для нього ідентифікатор **Rocker_switch_Start_1**.

28. Для властивості **Змінна (Variable)** елемента візуалізації **Rocker_switch_Start_1** задати локальну змінну **Var_Rocker_switch_1**.

29. Для властивості **Права доступу (Access rights)** елемента візуалізації **Rocker_switch_Start_1** в діалоговому вікні **Права доступу (Access rights)**, яке відкриється, для групи **Admin** встановити прапорець **Operable (Активний)**, для групи **Service** встановити прапорець **Operable (Активний)**, для групи

Operator встановити прапорець **Operable (Активний)** і для групи **None** встановити прапорець **Invisible (Невидимий)**.

30. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Клавішний вимикач (Rocker switch)**, задавши для нього ідентифікатор **Rocker_switch_Start_2**.

31. Для властивості **Змінна (Variable)** елемента візуалізації **Rocker_switch_Start_2** задати локальну змінну **Var_Rocker_switch_2**.

32. Для властивості **Права доступу (Access rights)** елемента візуалізації **Rocker_switch_Start_2** в діалоговому вікні **Права доступу (Access rights)**, яке відкриється, для групи **Admin** встановити прапорець **Operable (Активний)**, для групи **Service** встановити прапорець **Operable (Активний)**, для групи **Operator** встановити прапорець **Only visible (Тільки видимий)** і для групи **None** встановити прапорець **Invisible (Невидимий)**.

33. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Клавішний вимикач (Rocker switch)**, задавши для нього ідентифікатор **Rocker_switch_Start_3**.

34. Для властивості **Змінна (Variable)** елемента візуалізації **Rocker_switch_Start_3** задати локальну змінну **Var_Rocker_switch_3**.

35. Для властивості **Права доступу (Access rights)** елемента візуалізації **Rocker_switch_Start_3** в діалоговому вікні **Права доступу (Access rights)**, яке відкриється, для групи **Admin** встановити прапорець **Operable (Активний)**, для групи **Service** встановити прапорець **Only visible (Тільки видимий)**, для групи **Operator** встановити прапорець **Only visible (Тільки видимий)** і для групи **None** встановити прапорець **Invisible (Невидимий)**.

36. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_CurrentUserName**.

37. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentUserName** задати значення “Поточне ім’я користувача: %s”.

38. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentUserName** задати системну змінну **VisuElems.CurrentUserName**.

39. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор

Rectangle_Start_CurrentFullName.

40. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentFullName** задати значення “Поточне повне ім’я користувача: %s”.

41. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentFullName** задати системну змінну **VisuElems.CurrentFullName**.

42. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_CurrentUserName**.

43. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentUserName** задати значення “Поточне ім’я групи користувача: %s”.

44. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentUserName** задати системну змінну **VisuElems.CurrentUserName**.

45. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_CurrentUserId**.

46. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentUserId** задати значення “Поточний ідентифікатор групи користувача: %d”.

47. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentUserId** задати системну змінну **VisuElems.CurrentUserId**.

48. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_CurrentRemainingAutoLogoutTime**.

49. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentRemainingAutoLogoutTime** задати значення “Поточний час до автоматичного виходу: %t[HH:mm:ss]”.

50. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації

Rectangle_Start_CurrentRemainingAutoLogoutTime задати системну змінну **VisuElems.CurrentRemainingAutoLogoutTime**.

51. Для властивості **Невидимий (Invisible)** групи властивостей **Змінні стану (State variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_CurrentRemainingAutoLogoutTime** задати системну змінну **NOT(VisuElems.CurrentUseAutoLogoutTime)**.

52. Запустити проект на виконання на віртуальному контролері CODESYS Control Win V3, здійснити керування доступом до елементів візуалізації.

16.4. Питання для самоперевірки

1. Для чого використовується керування доступом до елементів візуалізації?

2. Що таке неавторизований і авторизований користувачі?

3. Яке основне призначення групи доступу до елементів візуалізації **Admin**?

4. Яке основне призначення групи доступу до елементів візуалізації **Service**?

5. Яке основне призначення групи доступу до елементів візуалізації **Operator**?

6. Яке основне призначення групи доступу до елементів візуалізації **None**?

7. Яке призначення системної змінної **VisuElems.CurrentUserName**?

8. Яке призначення системної змінної **VisuElems.CurrentFullName**?

9. Яке призначення системної змінної **VisuElems.CurrentUserGroupName**?

10. Яке призначення системної змінної **VisuElems.CurrentUserGroupId**?

11. Яке призначення системної змінної **VisuElems.CurrentRemainingAutoLogoutTime**?

12. Яке призначення системної змінної **VisuElems.CurrentUseAutoLogoutTime**?

16.5. Рекомендована література

Базова література: [4, 5, 6].

Додаткова література: [1, 2, 5, 6].

17. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ.

МЕНЕДЖЕР РЕЦЕПТІВ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5

17.1. План проведення практичного заняття

Практичне заняття присвячене дослідженню **Менеджера рецептів в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.**

17.2. Основні відомості про Менеджер рецептів в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5

Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 (далі – **Редактор візуалізації**) дозволяє присвоювати групам змінних відповідні їм групи значень (рецепти). Для того, щоб за допомогою SCADA-системи керувати виробничою операцією або виробничим процесом за умови великої кількості виробничих параметрів (кілька сотень або навіть кілька тисяч), необхідно мати можливість здійснювати деякі операції над такими параметрами як над “єдиним цілим” (зокрема, мати можливість створювати, видаляти, зчитувати і записувати значення таких параметрів).

17.3. Практичне завдання

1. Створити в CoDeSys Стандартний проект, задавши для нього ідентифікатор **Visualization example**.
2. Обрати в якості пристрою CODESYS Control Win V3 (3S – Smart Software Solutions GmbH), а мови програмування – Структурований текст (ST).
3. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_A** цілочислового типу **WORD** (може приймати цілі значення в діапазоні від 0 до 65535).
4. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_B** цілочислового типу **WORD** (може приймати цілі значення в діапазоні від 0 до 65535).
5. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Recipes_Group_Name** рядкового типу **STRING** (може утримувати рядки в форматі ASCII) з початковим значенням “Recipe_Start”.
6. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Recipe_Name** рядкового типу **STRING** (може утримувати рядки в форматі ASCII) з початковим значенням “Recipe_1”.
7. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Менеджер**

рецептів... (**Project – Add Object – Recipe manager...**).

8. В Менеджері рецептів (**Recipe manager**) на вкладці Зберігання (**Storage**) обрати з списку Тип зберігання (**Storage type**) значення **Текстовий (Textual)**, задати для поля Шлях до файла (**File path**) значення **D:** (або будь-яке інше, яке дозволить зберігати файли з рецептами), задати для поля Розширення файла (**File extension**) значення **.txt**, обрати з групи властивостей Роздільник (**Separator**) значення **:=** і розмістити стовпці **Змінна (Variable)** і **Поточне значення (Current value)** з групи **Доступні стовпці (Available columns)** в групі **Обрані стовпці (Selected columns)**.

9. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Визначення рецепта... (Project – Add Object – Recipe definition...)**.

10. Задати для ідентифікатора групи рецептів значення **Recipe_Start**.

11. Додати в групу рецептів **Recipe_Start** рецепт, задавши для нього ідентифікатор **Recipe_1**.

12. Додати в групу рецептів **Recipe_Start** рецепт, задавши для нього ідентифікатор **Recipe_2**.

13. Додати в групу рецептів **Recipe_Start** рецепт, задавши для нього ідентифікатор **Recipe_3**.

14. Додати в групу рецептів **Recipe_Start** рецепт, задавши для нього ідентифікатор **Recipe_4**.

15. Додати в групу рецептів **Recipe_Start** локальну змінну **Var_A**, задавши для її властивості **Recipe_1** значення “10”, для властивості **Recipe_2** – значення “20”, для властивості **Recipe_3** – значення “30” і для властивості **Recipe_4** – значення “40”,

16. Додати в групу рецептів **Recipe_Start** локальну змінну **Var_B**, задавши для її властивості **Recipe_1** значення “100”, для властивості **Recipe_2** – значення “200”, для властивості **Recipe_3** – значення “300” і для властивості **Recipe_4** – значення “400”,

17. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

18. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Start**.

19. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_A**.

20. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_A** задати значення “Змінна A: %d”.

21. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей

Текстові змінні (Text variables) елемента візуалізації **Rectangle_Start_A** задати локальну змінну **Var_A**.

22. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_B**.

23. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_B** задати значення “Змінна В: %d”.

24. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_B** задати локальну змінну **Var_B**.

25. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Recipe_1**.

26. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_Recipe_1** задати значення “Рецепт №1”.

27. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Recipe_1** задати **Виконати ST-код (Execute ST-code)**.

ST-код повинен бути наступним:

```
PLC_PRG.Var_Recipe_Name := 'Recipe_1' ;
```

28. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Recipe_2**.

29. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_Recipe_2** задати значення “Рецепт №2”.

30. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Recipe_2** задати **Виконати ST-код (Execute ST-code)**.

ST-код повинен бути наступним:

```
PLC_PRG.Var_Recipe_Name := 'Recipe_2' ;
```

31. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Recipe_3**.

32. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_Recipe_3** задати значення “Рецепт №3”.

33. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Recipe_3** задати **Виконати ST-код (Execute ST-code)**.

ST-код повинен бути наступним:

```
PLC_PRG.Var_Recipe_Name := 'Recipe_3' ;
```

34. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Recipe_4**.

35. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)**

елемента візуалізації **Button_Start_Recipe_4** задати значення “Рецепт №4”.

36. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Recipe_4** задати **Виконати ST-код (Execute ST-code)**.

ST-код повинен бути наступним:

```
PLC_PRG.Var_Recipe_Name := 'Recipe_4' ;
```

37. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Кнопка (Button)**, задавши для нього ідентифікатор **Button_Start_Write_Recipe**.

38. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Button_Start_Write_Recipe** задати значення “Записати рецепт”.

39. Для властивості **OnClick** елемента візуалізації **Button_Start_Write_Recipe** задати **Виконати команду (Execute command)** і обрати з списку **Задати команди (Configure commands)** команду **Записати рецепт (Write recipe)**, задавши для її **1-го параметра (1st parameter)** значення “PLC_PRG.Var_Recipes_Group_Name” і для **2-го параметра (2nd parameter)** значення “PLC_PRG.Var_Recipe_Name”.

40. Запустити проект на виконання на віртуальному контролері CODESYS Control Win V3, здійснити присвоювання групам змінних відповідних їм груп значень (рецептів).

17.4. Питання для самоперевірки

1. Для чого використовується **Менеджер рецептів**?
2. Які основні переваги дає використання рецептів?
3. Що таке група змінних?
4. Що таке група значень (рецепт)?
5. Які типи зберігання можна використовувати для рецептів?
6. Де на персональному/промисловому комп’ютері або програмованому логічному контролері можуть зберігатися рецепти?
7. Які розширення файлів можуть використовуватися при зберіганні рецептів?
8. Які роздільники можуть використовуватися при зберіганні рецептів?

17.5. Рекомендована література

Базова література: [4, 5, 6].

Додаткова література: [1, 2, 5, 6].

18. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ. ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗНАЧЕНЬ ЗМІННИХ В РЕДАКТОРІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ CODESYS VERSION 3.5

18.1. План проведення практичного заняття

Практичне заняття присвячене дослідженню перетворення значень змінних в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5.

18.2. Основні відомості про перетворення значень змінних в Редакторі візуалізації CoDeSys Version 3.5

Редактор візуалізації CoDeSys Version 3.5 (далі – Редактор візуалізації) дозволяє перетворювати значення змінних. Для того, щоб за допомогою SCADA-системи керувати виробничою операцією або виробничим процесом, іноді необхідно мати значення змінних у вигляді фізичних величин (градусів, метрів і так далі), а не у вигляді, наприклад, уніфікованих значень напруг або струмів. Також може виникнути необхідність представити значення тієї ж самої змінної в різних одиницях вимірювання, або виконати інші більш складні, але однозначні перетворення. Такі перетворення можуть бути виконані безпосередньо в програмному коді, але такий підхід приводить до збільшення об'єму такого коду і збільшує імовірність появи програмних помилок. Тому для кожного випадку перетворення значень змінних найбільш доцільно використовувати відповідні цьому випадку “шаблони” перетворення.

18.3. Практичне завдання

1. Створити в CoDeSys Стандартний проект, задавши для нього ідентифікатор **Visualization example**.
2. Обрати в якості пристрою CODESYS Control Win V3 (3S – Smart Software Solutions GmbH), а мови програмування – Структурований текст (ST).
3. Задати для програми **PLC_PRG** локальну змінну **Var_Current_Loop** дійсного типу **REAL** (може приймати дійсні значення в діапазоні від приблизно $-3.4E+38$ до приблизно $3.4E+38$) з початковим значенням “4.0”.
4. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Перетворення одиниць... (Project – Add Object – Unit Conversion...)**.
5. Задати для ідентифікатора перетворення одиниць значення **UnitConversion_Start**.

6. Додати в перетворення одиниць **UnitConversion_Start** перетворення значень змінних, задавши для його властивості **Ім'я (Name)** значення **Current_Loop_To_Temperature**, для властивості **Тип (Type)** – значення **Linear scaling 1 (factor and offset)**, для властивості **Умова (Condition)** – значення “TRUE”, для властивості **Множник (Factor)** – значення “6.25” і для властивості **Зсув (Offset)** – значення “25” (в припущенні, що зміна струму від 4 до 20 мА відповідає лінійній зміні температури від +50 до +150 °C).

7. Виконати пункт меню **Проект – Додати об’єкт – Візуалізація... (Project – Add Object – Visualization...)**.

8. Задати для ідентифікатора візуалізації значення **Vis_Start**.

9. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_Current_Loop**.

10. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_Current_Loop** задати значення “Струм, мА”.

11. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Бігунок (Slider)**, задавши для нього ідентифікатор **Slider_Start_Current_Loop**.

12. Для властивості **Показати шкалу (Show scale)** групи властивостей **Шкала (Scale)** елемента візуалізації **Slider_Start_Current_Loop** встановити прапорець.

13. Для властивості **Початок шкали (Scale start)** групи властивостей **Шкала (Scale)** елемента візуалізації **Slider_Start_Current_Loop** задати значення “4”.

14. Для властивості **Кінець шкали (Scale end)** групи властивостей **Шкала (Scale)** елемента візуалізації **Slider_Start_Current_Loop** задати значення “20”.

15. Для властивості **Основна шкала (Main scale)** групи властивостей **Шкала (Scale)** елемента візуалізації **Slider_Start_Current_Loop** задати значення “4”.

16. Для властивості **Подшкала (Sub scale)** групи властивостей **Шкала (Scale)** елемента візуалізації **Slider_Start_Current_Loop** задати значення “1”.

17. Для властивості **Формат шкали (С-синтаксис) (Scale format (C-syntax))** групи властивостей **Шкала (Scale)** елемента візуалізації **Slider_Start_Current_Loop** задати значення “%d”.

18. Для властивості **Змінна (Variable)** елемента візуалізації **Slider_Start_Current_Loop** задати локальну змінну **Var_Current_Loop**.

19. Вставити у візуалізацію **Vis_Start** елемент візуалізації **Прямокутник (Rectangle)**, задавши для нього ідентифікатор **Rectangle_Start_Temperature**.

20. Для властивості **Текст (Text)** групи властивостей **Тексти (Texts)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_Temperature** задати значення “Температура: %2.2f °C”.

21. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_Temperature** задати локальну змінну **Var_Current_Loop**.

22. Для властивості **Текстова змінна (Text variable)** групи властивостей **Текстові змінні (Text variables)** елемента візуалізації **Rectangle_Start_Temperature** задати перетворення значень змінних, властивість **Ім'я (Name)** якого має значення **Current_Loop_To_Temperature**.

23. Запустити проект на виконання на віртуальному контролері CODESYS Control Win V3, здійснити перетворення значень змінних.

18.4. Питання для самоперевірки

1. Для чого використовується перетворення значень змінних?
2. Яким є призначення перетворення одиниць?
3. Як здійснюється перетворення значень змінних, яке має тип **Single shifting (offset)**?
4. Як здійснюється перетворення значень змінних, яке має тип **Single scaling (factor)**?
5. Як здійснюється перетворення значень змінних, яке має тип **Linear scaling 1 (factor and offset)**?
6. Як здійснюється перетворення значень змінних, яке має тип **Linear scaling 2 (base + target range)**?
7. Як здійснюється перетворення значень змінних, яке має тип **User defined conversion**?
8. Як здійснюється перетворення значень змінних, яке має тип **Switchable conversion**?

18.5. Рекомендована література

Базова література: [4, 5, 6].

Додаткова література: [1, 2, 5, 6].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Базова література

1. Бочков В.М. Обладнання автоматизованого виробництва / В.М. Бочков, Р.І. Сілін. – Львів: Львівська політехніка, 2015. – 404 с. – ISBN 978–617–607–780–0.
2. Васильківський І.С. Виконавчі пристрої систем автоматизації. Навчальний посібник / І.С. Васильківський, В.О. Фединець, Я.П. Юсик. – Львів: Львівська політехніка, 2020. – 220 с. – ISBN 978–966–941–543–1.
3. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с. – ISBN 966–95661–2–6.
4. Пушкар М.С. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с. – ISBN 978–966–350–423–0.
5. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI: Навч. посіб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2020. – 594 с. – ISBN 978–617–7910–07–6.
6. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 344 с. – ISBN 978–966–2609–58–5.

Додаткова література

1. Грицунов О.В. Інформаційні системи та технології. Навчальний посібник. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 222 с. – ISBN 978–966–695–195–6.
2. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін – К.: НУХТ, 2003. – 320 с. – ISBN 966–612–024–0.
3. Лисаченко І.Г. Програмне забезпечення комп'ютерно-інтегрованих систем управління хіміко-технологічними процесами: Навчально-методичний посібник / І.Г. Лисаченко. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2012. – 112 с. – ISBN 000-000-000-000-0.
4. Павлюк О.М. Основи теорії надійності технічних систем: Навчальний посібник / О.М. Павлюк, М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 208 с. – ISBN 978–966–941–659–9.

5. Савицький В. Технічні засоби автоматизації / В. Савицький, Р. Федоришин.
– Львів: Львівська політехніка, 2018. – 292 с. – ISBN 978–966–941–182–2.
6. Синєглазов В.М. Автоматизація технологічних процесів / В.М. Синєглазов,
І.Ю. Сергєєв. – К.: НАУ, 2015. – 444 с. – ISBN 978–966–598–928–8.