

**Навчальна дисципліна**  
**МЕРЕЖІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ**  
**Навчальний контент**

**Змістовий модуль №1. Концепція та принципи застосування промислових мереж в АСУ ТП.**

*Тема №1. Основні поняття щодо промислових мереж та їхнє місце у складі АСУ.*

Лекція №1. Структура АСУ. Інтеграційні технології в АСУ: види та засоби. Класифікація програмно-технічних засобів АСУ по функціональному призначенню. Поняття «промислова мережа». Функціональне призначення та ієрархічна побудова промислових мереж. Способи підключення апаратних засобів в промислових мережах. Поняття «протокол» та «інтерфейс» в контексті використання промислових мереж.

Лекція №2. Обмін даними в промислових мережах: класифікація даних по призначенню, по формату, по принципам оновлення. Переваги використання та основні властивості промислових мереж. Принцип «відкритості промислових мереж». Основні стандарти, що регламентують використання «відкритих» промислових мереж. Основні характеристики, які описують можливості промислових мереж.

*Тема №2. Фізичні інтерфейси та загальні відомості про протоколи промислових мереж.*

Лекція №3. Загальна характеристика стека протоколів промислових мереж та його порівняння з еталонною моделлю взаємозв'язку відкритих систем. Характеристика фізичних інтерфейсів пром. мереж. Електричні та механічні параметри інтерфейсів RS-232, RS-485 та «струмова петля».

Лекція №4. Засоби з'єднання, режими обміну даними. Порядок символного обміну даними. Порядок використання протоколу UDP для реалізації обміну по мережі Ethernet між ПЛК ОВЕН.

## **Змістовий модуль №2. Промислові протоколи послідовних мереж в АСУ ТП.**

### *Тема №3. Протокол ModBus.*

Лекція №5. Коротка характеристика, історичні передумови появи та використання. Режими протоколу та порівняння їх з точки зору швидкості передавання даних. Порядок використання протоколу ModBus для реалізації обміну між ПЛК ОВЕН в мережі Ethernet з протоколом TCP/IP. Порівняння ModBus зі стеком протоколів та еталонною моделлю взаємозв'язку відкритих систем. Основні принципи обміну даними в протоколі ModBus.

Лекція №6. Коротка характеристика кадру протоколу ModBus. Типи даних та порядок їхнього адресування в протоколі ModBus. Функції обміну даними в протоколі ModBus. Транзакції в протоколі ModBus. Адресна модель протоколу ModBus.

Лекція №7. Параметри протоколу ModBus. Склад та опис елементів кадру ModBus в обох режимах обміну. Кадри запиту та відповідей в режимах ModBus-ASCII та ModBus-RTU. Логічні похибки протоколу ModBus. Засоби усунення похибок при обміні даними. Формат перетворення числа типу float (32 bit) згідно стандарту IEEE 754 у десятковий вигляд.

### *Тема №4. Протоколи OWEN та DCON.*

Лекція №8. Порядок застосування та основні принципи обміну за протоколами OWEN. Порядок адресування вузлів та змінних в протоколах OWEN. Параметри протоколів OWEN. Основні принципи обміну даними в протоколі OWEN.

Лекція №9. Склад та опис елементів кадру OWEN. Структура кадру протоколу OWEN на каналному рівні. Особливості передавання значень з плаваючою комою в протоколах OWEN.

Лекція №10. Порядок застосування та основні принципи обміну за протоколами DCON. Порядок адресування вузлів та змінних в протоколах DCON. Параметри протоколів DCON. Основні принципи обміну даними в протоколі DCON. Структура кадру протоколу DCON на каналному рівні. Особливості передавання значень з плаваючою комою в протоках DCON.

*Тема №5. Мережа PROFIBUS.*

Лекція №11. Стек протоколів PROFIBUS та порівняння його зі стеком протоколів та еталонною моделлю взаємозв'язку відкритих систем. Структура мережі PROFIBUS. Об'єкти мережі PROFIBUS відповідно до комунікаційної моделі PROFIBUS. Класифікація вузлів-мастерів в мережі PROFIBUS. Гібридний метод доступу до мережі. Принцип мультимастерності.

Лекція №12. Профілі об'єктів PROFIBUS-DP. Призначення та коротка характеристика PROFIBUS-PA. Коротка характеристика PROFIBUS-FMS. Концепція використання технології DDL в PROFIBUS-ISP. Параметри фізичного рівня PROFIBUS. Режими роботи та стани DP-мастера. Протокол каналного рівня FDL в мережі PROFIBUS. Структура циклу PROFIBUS-DP. Формат кадру телеграм PROFIBUS-FMS.

*Тема №6. Мережі польового рівня.*

Лекція №13. Призначення, основні функціональні можливості, технічні характеристики інтерфейсу датчиків та виконавчих пристроїв в мережі Actuators/Sensors Interface. Формат кадрів запиту та відповіді.

Лекція №14. Призначення, основні функціональні можливості, технічні характеристики інтерфейсу видаленого адресованого швидкісного доступу HART-протоколу. Формат кадрів запиту та відповіді. Гібридний принцип застосування фізичного інтерфейсу для одночасного забезпечення роботи «струмової петлі» та передавання даних. Види та топологія з'єднання пристроїв в мережі з HART-протоколом на фізичному рівні. Канальний та прикладний рівень HART-протоколу. Типові команди HART-протоколу.

*Тема №7. Мережі Fieldbus Foundation та Industrial Ethernet.*

Лекція №15. Склад та основні технічні характеристики Fieldbus H1 та Fieldbus HSE. Порядок обміну повідомленнями. Стек протоколів FF в контексті еталонної моделі взаємозв'язку відкритих систем.

Лекція №16. Характеристика фізичного, каналного та прикладного рівнів мережі FF. Рівень користувача в мережі FF. Апаратні засоби та способи їхнього використання в мережі Industrial Ethernet.

### ***Перелік лабораторних робіт***

1. Основні принципи формування запитів та відповідей в протоколі ModBus на прикладі використання контролерів ОВЕН150.
2. Підключення ПЛК ОВЕН150 до операторської панелі СМІ-1 за допомогою інтерфейсу RS-485 и за протоколом ModBus-RTU.
3. Підключення ПЛК ОВЕН150 до операторської панелі СП-270 за допомогою інтерфейсу RS-485 и за протоколом ModBus-RTU.
4. Підключення модулів введення-виведення, локальних регуляторів до ПЛК ОВЕН150 за допомогою інтерфейсу RS-485 и за протоколом ModBus-RTU.
5. Основні принципи формування запитів та відповідей в протоколі OWEN на прикладі використання контролерів ОВЕН150.
6. Підключення ПЛК ОВЕН150 до операторської панелі СМІ-1 за допомогою інтерфейсу RS-485 и за протоколом OWEN.
7. Основні принципи формування запитів та відповідей в протоколі DCON на прикладі використання контролерів ОВЕН150.
8. Обмін даними по протоколу Modbus-TCP між ПЛК ОВЕН із застосуванням мережі Ethernet.

### ***Завдання до індивідуальної роботи студента***

Відповідно до заданого опису предметної області необхідно:

1. Розробити розподілену систему управління процесом ректифікації на основі використання промислових мереж.
2. На основі аналізу отриманого завдання (схеми автоматизації технологічного процесу ректифікації та запропонованих пристроїв і засобів автоматизації) розробити алгоритм управління колоною, структуру РСУ та ППЗ для ПЛК.

В готовому проекті РСУ повинні бути реалізовані функції управління та людино-машинного інтерфейсу:

- 1) Обмін та оброблення даних в реальному часі в ПЛК.
- 2) Відображення інформації в ОП.
- 3) Аварійна сигналізація та блокування.

### ***Базова література***

1. Промислові мережі: теорія і практика застосування протоколів та інтерфейсів : навч. посібник / Лисаченко І.Г., Подустов М.О., Лобойко В.О., Шутинський О. Г., Бабіченко А.К. – Х. : Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ»», 2016. – 176 с.

2. Методичні вказівки для проведення лабораторних занять з курсу «Комп'ютерні мережі» (в двох частинах) для студентів напряму підготовки 050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. Ч. 1 / Уклад. Подустов М.О., Лисаченко І.Г., Лобойко В.О., Шутинський О. Г. – Х.: НТУ «ХПІ», 2015. – 48 с.

3. Методичні вказівки для проведення лабораторних занять з курсу «Комп'ютерні мережі» (у двох частинах) для студентів напряму підготовки 050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. Ч. 2 / Уклад. Подустов М.О., Лисаченко І.Г., Лобойко В.О., Шутинський О. Г. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – 56 с.

4. Методичні вказівки до виконання індивідуального домашнього завдання з курсу «Мережі автоматизованих систем управління» (промислові мережі) для студентів напряму 050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / уклад. Лисаченко І.Г., Подустов М.О., Шутинський О.Г., Лобойко В.О. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014 – 32 с.

### ***Допоміжна література***

1. Парк Дж., Маккей С. – Сбор данных в системах контроля и управления: практическое руководство /перевод с англ. В.В. Савельева. - М.: ООО «Группа ИДТ», 2006. – 504 с.

2. Парк Дж., Маккей С., Райт Э. – Передача данных в системах контроля и управления: практическое руководство /перевод с англ. В.В. Савельева. - М.: ООО «Группа ИДТ», 2007. – 480 с.

3. Денисенко В.В Компьютерное управление технологичным процессом, экспериментом, оборудованием. – М.:Горячая линия-Телеком. – 2009. – 608 с.

### *Інформаційні ресурси*

1. Сайт розробника програмного забезпечення – компанії 3S-Software:  
<http://www.3S-software.com>
2. Сайт виробника програмно-технічних засобів автоматизації – компанії ОВЕН: [www.owen.ua](http://www.owen.ua).
3. Сайт виробника програмно-технічних засобів автоматизації – компанії VIPA: [www.vipa.com](http://www.vipa.com).