

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

**В.Г. ТРЕГУБ**

# **ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

Рекомендовано  
Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів

*Присвячено 130-річчю  
Національного університету  
Харчових технологій*

Київ  
Видавництво Ліра-К  
2017

*Гриф Міністерства освіти і науки України.  
Лист № 1/111128 від 05.02.13 р.*

Рецензенти: **Жученко А.И.** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації хімічних виробництв Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»;

**Скрипник Ю.А.** – доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації і комп'ютерних систем Київського національного університету технологій та дизайну.

**Трегуб В.Г.** Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 344 с.

ISBN 978-966-2609-58-5

Висвітлено основи інженерно-технічного та організаційного забезпечення проектування сучасних систем автоматизації, що складаються з робочих станцій, об'єднаних в обчислювальні мережі. Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Може бути використаний науково-технічними працівниками та спеціалістами в галузі сучасних систем автоматизації.

ISBN 978-966-2609-58-5

© В. Г. Трегуб, 2013  
© Видавництво Ліра-К, 2013

# ЗМІСТ

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Вступ .....                                                                          | 6         |
| <b>1. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ .....</b>                        | <b>7</b>  |
| 1.1. Стадія проектування у життєвому циклі систем автоматизації.....                 | 7         |
| 1.2. Послідовність проектування систем автоматизації .....                           | 9         |
| 1.3. Склад і зміст проектної документації.....                                       | 14        |
| 1.4. Використання нормативних документів .....                                       | 16        |
| 1.5. Управління проектами .....                                                      | 23        |
| Тести для самоперевірки .....                                                        | 25        |
| <b>2. РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ВИБІР ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ СИСТЕМИ .....</b> | <b>27</b> |
| 2.1. Загальна структура системи та задачі її визначення .....                        | 27        |
| 2.2. Програмно-технічна платформа системи та задачі її визначення .....              | 30        |
| 2.3. Особливості життєвого циклу програмного забезпечення.....                       | 37        |
| 2.3.1. Основні процеси .....                                                         | 37        |
| 2.3.2. Процеси підтримки та організаційні процеси .....                              | 45        |
| 2.4. Формалізація задачі вибору програмно-технічних засобів.....                     | 46        |
| 2.4.1. Загальна характеристика задачі.....                                           | 46        |
| 2.4.2. Однокритеріальна багатопараметрична процедура .....                           | 48        |
| 2.4.3. Багатокритеріальна багатопараметрична процедура .....                         | 49        |
| 2.5. Вибір оптимальної структури системи .....                                       | 49        |
| 2.6. Вибір програмно-технічного комплексу .....                                      | 53        |
| 2.7. Вибір SCADA-програми.....                                                       | 56        |
| Тести для самоперевірки .....                                                        | 60        |
| <b>3. ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....</b>                                      | <b>62</b> |
| 3.1. Завдання розроблення схеми автоматизації .....                                  | 62        |
| 3.2. Виконання схеми автоматизації .....                                             | 64        |
| 3.2.1. Технологічна частина схеми.....                                               | 65        |
| 3.2.2. Засоби автоматизації.....                                                     | 66        |
| 3.3. Вибір технічних засобів.....                                                    | 76        |
| 3.3.1. Вибір типу мікропроцесорного контролера та їх кількості.....                  | 76        |
| 3.3.2. Визначення апаратного складу контролерів блочного виконання .....             | 78        |
| 3.3.3. Визначення апаратного складу контролерів шафового виконання.....              | 81        |
| 3.3.4. Вибір засобів реалізації регулювальних дій .....                              | 85        |

|                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.5. Вибір засобів отримання інформації про стан об'єкту .....                     | 87         |
| 3.3.6. Вибір засобів подання інформації оператору .....                              | 90         |
| Тести для самоперевірки .....                                                        | 93         |
| Задачі для самоперевірки.....                                                        | 95         |
| <b>4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ .....</b>                                        | <b>103</b> |
| 4.1. Загальна характеристика принципів схем.....                                     | 103        |
| 4.2. Розроблення принципів релейних схем.....                                        | 105        |
| 4.2.1. Складання алгоритму роботи схеми.....                                         | 106        |
| 4.2.2. Розроблення структурної релейної схеми .....                                  | 106        |
| 4.2.3. Перехід до принципової схеми.....                                             | 107        |
| 4.2.4. Графічне виконання принципової схеми.....                                     | 109        |
| 4.3. Розроблення принципів мікропроцесорних схем.....                                | 113        |
| 4.3.1. Послідовність розроблення схем .....                                          | 113        |
| 4.3.2. Формування входів-виходів у схемах з контролерами<br>блочного виконання.....  | 116        |
| 4.3.3. Формування входів-виходів у схемах з контролерами<br>щитового виконання ..... | 125        |
| 4.4. Проектування схем управління і сигналізації .....                               | 130        |
| 4.4.1. Проектування схем сигналізації.....                                           | 130        |
| 4.4.2. Проектування схем управління .....                                            | 140        |
| 4.5. Принципові схеми живлення.....                                                  | 158        |
| 4.5.1. Принципові схеми електроживлення.....                                         | 158        |
| 4.5.2. Принципові схеми пневможивлення.....                                          | 174        |
| 4.6. Принципові схеми обчислювальних мереж.....                                      | 177        |
| Тести для самоперевірки .....                                                        | 182        |
| Задачі для самоперевірки.....                                                        | 185        |
| <b>5. ПРОЕКТУВАННЯ ПУНКТИВ УПРАВЛІННЯ .....</b>                                      | <b>197</b> |
| 5.1. Загальна характеристика пунктів управління.....                                 | 197        |
| 5.2. Вибір щитових конструкцій .....                                                 | 198        |
| 5.3. Розміщення приладів і апаратури на щитових конструкціях .....                   | 201        |
| 5.4. Проектування внутрішньої проводки.....                                          | 206        |
| 5.5. Розміщення пунктів управління.....                                              | 208        |
| 5.6. Виконання завдань на виготовлення щитів і пультів .....                         | 209        |
| 5.7. Проектування пунктів управління з контролерами.....                             | 216        |
| 5.7.1. Проектування пунктів управління з контролерами<br>блочного виконання.....     | 216        |
| 5.7.2. Проектування пунктів управління з контролерами<br>шафового виконання.....     | 224        |

|                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.8. Проектна документація пункту управління.....                            | 231        |
| Тести для самоперевірки .....                                                | 233        |
| Задачі для самоперевірки.....                                                | 235        |
| <b>6. ПРОЕКТУВАННЯ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ .....</b>                                   | <b>250</b> |
| 6.1. Проектування електричних проводок .....                                 | 250        |
| 6.1.1. Вибір способу виконання і прокладання електропроводки.....            | 250        |
| 6.1.2. Вибір кабелів і проводів.....                                         | 252        |
| 6.1.3. Вибір захисних і підтримуючих конструкцій .....                       | 260        |
| 6.2. Проектування трубних проводок.....                                      | 263        |
| 6.3. Проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж.....                    | 268        |
| 6.3.1. Характеристика фізичного середовища передачі даних .....              | 268        |
| 6.3.2. Проектування волоконно-оптичних систем передавання<br>Інформації..... | 277        |
| 6.4. Структуровані кабельні системи.....                                     | 281        |
| 6.5. Схеми та креслення зовнішніх проводок.....                              | 285        |
| 6.5.1. Схеми та таблиці з'єднань і підмикань зовнішніх<br>проводок .....     | 285        |
| 6.5.2. Креслення розташування проводок і устаткування .....                  | 287        |
| Тести для самоперевірки .....                                                | 288        |
| Задачі для самоперевірки.....                                                | 290        |
| Додатки .....                                                                | 301        |
| Додаток 1. Перелік використаних стандартів.....                              | 301        |
| Додаток 2. Форми специфікацій, переліків і таблиць.....                      | 309        |
| Додаток 3. Щитові конструкції.....                                           | 315        |
| Додаток 4. Кабелі і проводи .....                                            | 322        |
| Предметний покажчик.....                                                     | 329        |
| Прийняті умовні скорочення (україномовні) .....                              | 333        |
| Прийняті умовні скорочення (англомовні).....                                 | 338        |
| Література .....                                                             | 341        |

## ВСТУП

**Д**исципліна «Проектування систем автоматизації» (ПСА) належить до дисциплін професійної підготовки (ДПП) напряму «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», мета якої полягає в підготовці студента до самостійного виконання проектно-конструкторських робіт зі створення комп'ютерно-інтегрованих систем керування технологічними та організаційно-економічними процесами з використанням сучасних технічних засобів і насамперед – індустріальних та офісних комп'ютерів і мікропроцесорних контролерів (МПК).

Її вивчають паралельно з іншими ДПП («Автоматизація технологічних процесів», «Автоматизація бізнес-процесів» тощо), причому базою для їх викладання є такі дисципліни професійної підготовки як «Теорія автоматичного керування», «Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації», «Технічні засоби автоматизації», «Інтегровані автоматизовані системи керування», «Метрологія, технологічні вимірювання та прилади», «Контролери та їх програмне забезпечення», «Людино-машинні інтерфейси», «Обчислювальні мережі» тощо.

У проектній документації з систем автоматизації виділяють три рівні узагальнення: *рівень функціональних і структурних схем, рівень принципових схем і рівень робочих креслень і схем*, за якими безпосередньо виконуються монтажні та налагоджувальні роботи.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

- склад життєвого циклу систем автоматизації і проблеми його скорочення;
- зміст та послідовність виконання проектних робіт з автоматизації технологічних та організаційно-економічних процесів;
- зміст проектних матеріалів з організаційного, технічного, програмного та інформаційного забезпечень АСУ;
- методики проектування структурних, функціональних та принципових схем;
- зміст та послідовність процедур проектування структурних, функціональних та принципових схем систем автоматизації;
- нормативну базу створення систем автоматизації;

**вміти**:

- проводити аналіз технологічних та організаційних комплексів з метою розроблення технічного завдання на створення багаторівневої розподіленої системи управління цими комплексами;
- розроблювати схеми функціональної, технічної та організаційної структури та виконувати схеми автоматизації конкретних виробництв і вибирати МПК та персональні комп'ютери до них;
- проектувати принципові схеми обчислювальних мереж, управління, сигналізації та живлення з використанням мікропроцесорної техніки та необхідними розрахунками;
- проектувати пункти управління та лінії зв'язку систем автоматизації.

## **1. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

### **1.1. СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

У життєвому циклі (ЖЦ) технічної системи (ТС) можна виділити три основні стадії: перша – проектування, що включає проектно-конструкторські та науково-дослідні роботи (НДР); друга – впровадження, яка складається з монтажу та наладки та третя – експлуатації. Тенденції розвитку технічних систем пов'язані насамперед із збільшенням їх складності та досконалості (за оцінками експертів складність ТС кожні 10 – 15 років подвоюється) при скороченні тривалості життєвого цикла.

Зростаюча складність ТС, природно, призводить до збільшення тривалості перших двох стадій ЖЦ при скороченні його у цілому за рахунок конкуренції при створенні таких систем. Це суттєво скорочує стадію експлуатації і погіршує техніко-економічні показники ТС, тому що прибуток від нової системи можна отримати тільки при її експлуатації. За цих умов основною інженерною задачею при створенні нових систем є скорочення тривалості їх проектування та впровадження, при незмінній чи зростаючій тривалості експлуатації.

Проектування – це процес створення технічної документації необхідної для обґрунтування, оцінки, комплектування, будови, монтажу, налагодження і експлуатації об'єкту. Результатом проектування є проект. Об'єктом проектування можуть бути житлові будови, підприємства, системи автоматизації (СА) тощо, причому СА відносяться до промислових об'єктів.

Проект промислового об'єкта – це комплекс технічної документації, яка дає змогу відтворити у натурі об'єкт, що проектується, який повністю відповідає вимогам технологічного, організаційного та економічного порядку, а також містить переконливі докази того, що рішення, представлені у проекті, є оптимальними чи на крайній випадок раціональними.

Це досягається за рахунок використання багатоваріантної ітераційної процедури на всіх стадіях проектування. Суть такого процесу проектування зводиться до вибору найкращого варіанту із відомої множини можливих варіантів відповідно до завдання. При цьому поєднуються дві процедури: перша – створення множини різноманітних варіантів, друга – усічення згенерованої множини. Кількість можливих варіантів розв'язання інженерних задач при проектуванні залежить від рівня узагальнення проектних процедур. Найменша кількість варіантів виникає на найвищому рівні узагальнення – при розробленні структурних і функціональних схем. На середньому рівні узагальнення – при проектуванні принципових схем