

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ  
ОБ'ЄКТІВ АПК**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**СУМИ 2022**



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Кафедра енергетики та електротехнічних систем**

# **ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ АПК**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

для здобувачів вищої освіти 4 та 2 с.т. курсів спеціальності  
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
першого рівня вищої освіти  
ступеня вищої освіти «Бакалавр»

**СУМИ 2022**

**Укладачі:** Яковлев В. Ф., к.т.н., професор; Савойський О. Ю., ст. викладач кафедри енергетики та електротехнічних систем; Лисенко В. В., зав. навчально-методичним кабінетом кафедри енергетики та електротехнічних систем.

Основи проектування енергетичних об'єктів АПК. Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти 4 та 2 с.т. курсів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» першого рівня вищої освіти, ступеня вищої освіти «Бакалавр». – Суми, 2022. – 60 с.

**Рецензенти:**

**Лобода В. Б.**, к.ф.-м.н., професор кафедри енергетики та електротехнічних систем;

**Соларьов О. О.**, к.т.н., доцент кафедри тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій.

**Відповідальний за випуск:** Чепіжний А. В., к.т.н., ст. викладач, завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем.

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою ІТФ СНАУ.

Протокол № 6 від „25“ травня 2022 року.

## **ЗМІСТ**

|                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ТЕМА 1. «ЗМІСТ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АПК» .....</b>          | <b>6</b>  |
| <b>ТЕМА 2. «НАУКОВА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ» ..</b>                           | <b>12</b> |
| <b>ТЕМА 3. «ПРИНЦИПИ ВИКОНАННЯ СХЕМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ОБ'ЄКТІВ ПРОЕКТУВАННЯ» .....</b> | <b>24</b> |
| <b>ТЕМА 4. «ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПО РОЗРОБЦІ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ» .....</b>                 | <b>31</b> |
| <b>ТЕМА 5. «ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТІВ АПК» .....</b>                | <b>36</b> |
| <b>ТЕМА 6. «РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ» .....</b>                    | <b>43</b> |
| <b>ТЕМА 7. «ПРОЕКТУВАННЯ ВНУТРІШНІХ ЦЕХОВИХ МЕРЕЖ» .....</b>                             | <b>48</b> |
| <b>ТЕМА 8. «ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ» .....</b>          | <b>54</b> |

## ТЕМА 1. «ЗМІСТ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АПК»

МЕТА ЛЕКЦІЇ: *Надати студентам уяву про дисципліну, основні поняття та визначення процесу проектування*

### План

- 1.1. Визначення процесу проектування. Складові процесу проектування.
  - 1.2. Задачі процесу проектування
  - 1.3. Взаємні зв'язки в процесі проектування
  - 1.4. Вимоги до об'єкту проектування
  - 1.5. Складові якості проектних робіт
  - 1.6. Помилки при проектуванні
  - 1.7. Технологічний, нормалізований та метрологічний контроль проектної документації
  - 1.8. Погодженість в роботі проектувальників, технологів та інших спеціалістів при проектуванні
  - 1.9. Авторський нагляд в процесі проектування і реалізації проекту
  - 1.10 Прогнозування технічних рішень та планування при проектуванні.
- Сітьовий графік виконання робіт.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

#### 1.1. Визначення процесу проектування

**Проект** (від лат. *projectus* – кинутий вперед) – сукупність конструкторських документів, які містять принципове (ескізний проект) або кінцеве (технічний проект) рішення, що дає необхідне уявлення про улаштування утворюваної споруди (виробу) та вихідні дані для подальшої розробки робочої документації. А **проектування** – це процес розробки комплексної технічної документації (**проекту**) на нові засоби (вироби) або об'єкти.

#### **Складові процесу проектування**

Створення нової техніки потребує комплексного підходу. Тому основними **складовими** або **етапами** створення та освоєння нової техніки є: наукове відкриття; лабораторні дослідження; розробка виробничих зразків; використання

у виробничих умовах; широке застосування у деякій одній галузі; застосування в різних галузях.

### **1.2. Задачі процесу проектування**

Основними задачами при проектування є:

- втілення та впровадження комплексних функцій цих вимог;
- комбінування окремого обладнання в комплексну установку;
- впровадження нових технічних рішень;
- використання та облік постійно накопичуваного досвіду для подальших проектів;
- формулювання вимог розвитку проектування.

### **1.3. Взаємні зв'язки в процесі проектування**

Процес проектування необхідно розглядати як один із видів розумового робочого процесу з принциповими взаємозв'язками. Виконавець проектувальник діє через *засоби праці* – засоби проектування на *предмет праці* – *предмет проектування*.

### **1.4. Вимоги до об'єкту проектування**

Розробка нових виробів або об'єктів пов'язано з конкретною виробничою необхідністю та конкретними вимогами функціонування і умовами застосування. Основними з них є:

- 1) відповідність щодо свого призначення та високі продуктивність, якість, надійність та придатність до ремонту;
- 2) зручність до застосування, функцій ні властивості, які необхідні для виконання визначених операцій;
- 3) пристосування виготовлення виробу до конкретного технологічного способу на конкретному виробництві;
- 4) конструкторська документація повинна розроблятися для виготовлення виробу на конкретному підприємстві;

5) розроблюваний виріб або об'єкт повинні відповідати вимогам стандартів, технічних умов, правил, інструкцій, норм;

### ***1.5. Складові якості проектних робіт***

До складових якості проектних робіт відносяться: **оцінка рівня конструкторських розробок; визначення шляхів забезпечення якості розроблюваного виробу; вимоги стандартизації; естетичні вимоги до виробу**

### ***1.6. Помилки при проектуванні***

Технічна документація на виріб або об'єкт забезпечує конкретне і однозначне виконання виробу (об'єкту), т.я інформація, яка закладена у проекті, є обов'язковою для виконавця. Тільки безпомилкове виконання документації забезпечує виготовлення виробу або побудову об'єкту. По даним статистичного аналізу несправностей різного роду обладнання, 60-90 % цих несправностей пов'язані з помилками розробок (проектів) та виготовлення. Розрізняють : **явні** (очевидні) помилки; **приховані** (скриті); **мотивовані; немотивовані**.

Одним із ефективних шляхів поліпшення якості проектування та усунення усякого роду помилок є застосування системи автоматичного проектування (САПР).

### ***1.7. Технологічний, нормалізований та метрологічний контроль проектної документації***

**Технологічний контроль.** Технологічний контроль направлено на дотримання у системах, що розробляються, встановлених технологічних норм та вимог з урахуванням сучасного рівня розвитку даної галузі техніки і способів виготовлення, експлуатації та ремонту виробу або елементів системи і системи взагалі. Для відпрацювання конструкторської документації на технологічність необхідно щоб технологічний контроль проводився на усіх стадіях розробки

**Нормалізований контроль.** Нормалізований контроль забезпечує дотримання в конструкторській документації норм і вимог, які встановлені стандартами та іншими нормативно-технічними документами.

**Метрологічний контроль.** В основі відповідності виконаної конструкторської документації лежить правильність вибору лімітованих параметрів системи, виробу, їх допустимих відхилень та вибір технічних засобів, які забезпечують ці параметри. Для забезпечення цих факторів, загальних як для конструкторської, так і для технологічної документації, служить метрологічний контроль.

### ***1.8 Погодженість в роботі проєктувальників, технологів та інших спеціалістів при проєктуванні***

Роль конструктора в розробці конструкторського документу займає визначне місце. Він відповідає за зміст документу та усі відображені в ньому рішення. У виробничій практиці немає виробів або систем, які б були творчим створенням одного виконавця. Інженер-конструктор працює у тісній співпраці з різними спеціалістами, серед яких *перше, основне і ведуче* місце займають технологи. Якість конструкторської документації та її технічний рівень свідчать про те наскільки тісним була ця співпраця.

### ***1.9 Авторський нагляд в процесі проєктування і реалізації проєкту***

Мета авторського надзору заключна в тому, щоб забезпечити виконання усіх вимог, які закладено в конструкторської документації розробником, а також уникнення можливих технічних недоліків. Після розробки робочої документації конструктор постійно вивчає і удосконалює конструкцію на усіх етапах існування виробу або системи: на етапах придбання матеріалів та комплектуючих виробів, виготовлення технологічної оснастки, підготовки до монтажу та виконанні робіт; при монтажі, експлуатації та ремонті.

### **1.10 Прогнозування технічних рішень та планування при проектуванні. Сітьовий графік виконання робіт.**

**Прогнозування технічних рішень.** В наш час не існує виробів, які не мали б суттєвих змін. Кожна нова модель значно відрізняється від попередньої як по формі, зручності застосування, так і по техніко-економічним показникам. Конструкції стають більш раціональними за рахунок усунення багатьох недоліків. Вони поліпшуються, в основному, за рахунок удосконалення принципу їх роботи. Підвищення споживчої якості виробів, які визначаються новим принципом роботи, є рухомою силою прогресу. Техніка має безліч шляхів можливого розвитку.

**Прогнозування** – це дослідницький процес, в результаті якого отримують імовірні дані о майбутньому стані прогнозованого об'єкту. Прогнозування максимально зменшує вплив невизначеностей на результат рішень. Наукове прогнозування визначає, що та при яких обставинах може відбутися у майбутньому.

**Планування при проектуванні.** Прогнозування та планування знаходяться у тісному взаємозв'язку. Якщо прогнозування має метою зменшити невизначеність у майбутньому, знайти конкретні шляхи розвитку та допускає ряд імовірних варіантів, то **план** передбачає **обов'язкове виконання** і характеризується **однозначністю рішення**. План включає в собі шляхи та методи виконання передбачених заходів.

**Сітьовий графік виконання робіт.** **Сітьове планування та управління** не мають недоліків, які має календарне планування та представляють собою **систему планування комплексу робіт, що орієнтовані на виконання кінцевої мети**. У сітьових графіках встановлено логічний зв'язок між запланованими роботами та досягнутими результатами. Сітьовий графік дозволяє точно розрахувати у часі план робіт для окремих виконавців. Аналіз сітьових графіків дозволяє встановити «вузькі» місця розробки.

Сітьовий графік будується із графічних позначень. Роботи, які необхідно виконати для досягнення кінцевої мети, умовно позначають **стрілками**.

Кружками у сітьовому графіку відображають *події*. *Подіями* називають кінцевий результат виконаних робіт та готовність початку безпосередньо наступних за цим робіт.

Загальний *процес складання сітьового графіку* характеризується наступними операціями:

- а) розбивкою розроблюваного об'єкту на складові частини та визначення для кожної з них події;
- б) нанесенням подій на графік;
- в) з'єднання подій роботами;
- г) нумерацією подій;
- д) оцінкою тривалості кожної роботи.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Назвіть основні тенденції розвитку світової енергетики.
2. Назвіть основні складові процесу проектування.
3. Які вимоги пред'являються до об'єкту проектування?
4. Назвіть основні складові якості проектних робіт.
5. Які помилки можуть виникати у процесі проектування?
6. Яким чином виконується контроль проектної документації?
7. Види контролю проектної документації?
- 8.3 якою метою здійснюється авторський нагляд в процесі проектування і реалізації проекту?
9. Основні правила складання сітьового графіку при плануванні проектних робіт?

## ТЕМА 2. «НАУКОВА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ»

МЕТА ЛЕКЦІЇ: *Надати студентам уяву про наукову організацію праці в процесі проектування*

### План

- 2.1. Основні принципи наукової організації праці проектувальника
- 2.2. Визначення трудомісткості проектних робіт
- 2.3. Професійні здібності проектувальника
- 2.4. Винахідницька та раціоналізаторська робота
- 2.5. Кваліфікаційні вимоги та атестація проектувальників
- 2.6. Система автоматизованого проектування

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

#### 2.1. Основні принципи наукової організації праці проектувальника

Застосування наукової організації праці в конструкторських організаціях та підрозділах спрямовано на підвищення якості та продуктивності розробок і тим самим на поліпшення їх рентабельності. Розробка та впровадження заходів по науковій організації праці дає найкращий ефект у тому випадку, якщо усі питання вирішуються комплексно.

Основними напрямками, по яким ведеться робота по раціоналізації конструкторської праці, є:

- організація трудових процесів та їх управління;
- механізація та автоматизація розробок;
- поліпшення умов праці;
- розвиток творчої ініціативи конструкторів та підвищення їх кваліфікації.

Одним із головних принципів наукової організації конструкторської праці є *розділення* праці та *спеціалізація*.

Управління конструкторськими розробками ведеться при сукупності наступних *організаційних заходів*: розробка типової оптимальної структури конструкторської організації в залежності від особливостей виконання робіт та конкретних

виробничих умов; розробка методів сітьового планування та управління для складних розробок; вирішення питань керівництва і управління роботами; організація бездефектного виконання робіт.

Важливе значення для продуктивній праці конструктора має **організація** його **робочого місця** та оснащення необхідним обладнанням, технікою індивідуального користування. Основними вимогами до організації робочого місця конструктора є: планування робочих місць; використання раціонального комплексу спеціалізованої меблі; освітленість робочих місць; забезпечення нормальної температури повітря в робочому приміщенні, вологості та кратності обміну; забезпечення світлового тону виробничих приміщень; боротьба з шумом у виробничих приміщеннях; дотримання принципів виробничої етики та культури праці; забезпечення гарного санітарного стану приміщень та робочого місця.

## 2.2. Визначення трудомісткості проектних робіт

Важливим фактором управління конструкторськими розробками є визначення їх трудомісткості. Правильне їх визначення дозволяє: визначати витрати часу на розробку та встановлювати реальні терміни її виконання; планувати контингент виконавців та підбирати їх кваліфікацію; планувати реальне навантаження окремих виконавців шляхом складання плану роботи для них; оцінювати об'єм виконаної роботи окремими виконавцями та колективом взагалі та ін. Трудомісткість розробок залежить від багатьох факторів (рисунок 2.1).

Основними **методами оцінки трудомісткості** конструкторських розробок є: **експертний** – коли спеціалістами встановлюється коло питань та тривалість розробки у адміністративному порядку; **досвідно-статистичний** метод – порівняння трудомісткості розробки з раніше виконаними аналогічними розробками з застосуванням поправочних коефіцієнтів; **аналітичний** розрахунковий метод.

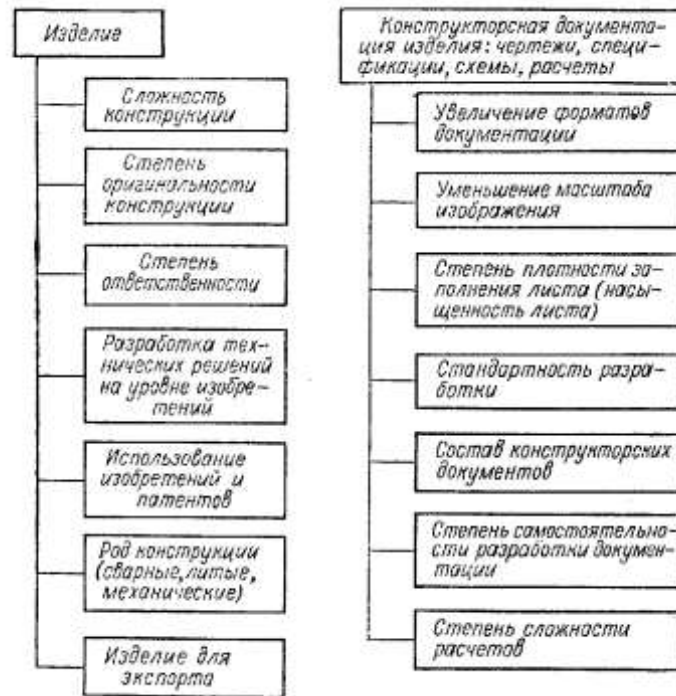


Рисунок 2.1 – Фактори, які впливають на підвищення трудомісткості конструкторських робіт

### 2.3. Професійні здібності проектувальника

Конструктор повинен мати визначені знання, навички та вміння конструювання, які повинні бути направлені на створення визначеної конструкції.

**Знання** – це система понять, які засвоєні людиною.

**Навички** – це здатність у процесі направленої діяльності виконувати її часткові складові автоматично, без спеціально направленої на них уваги.

**Уміння** – це здатність людини продуктивно, з відповідною якістю і у відповідний час виконувати свою роботу.

Професійні здібності – це сукупність достатньо стійких, але ж змінних під впливом індивідуально-психологічних якостей особистості людини. До них відносяться: **технічне мислення** – здатність використовувати комплекс політехнічних знань для створення суті технічних систем та швидкої орієнтації в усіх технічних питаннях; **просторове уявлення** має рішуче значення в роботі конструктора. Здатність просторового уявлення дозволяє складати та читати кресленики; **творчі здібності**; винахідливість; швидкість розумового процесу; здатність до спостереження; розвинута професійна пам'ять; уміння проводити інженерний аналіз; уміння приймати рішення; наявність власної точки зору;

правильно висловлювати свої мислі; ініціативність; готовність до напруженої роботи; широкий кругозір; дисциплінованість.

Признаки, які визначають творчий вклад конструктора (див. таблицю 2.1)

Таблиця 2.1

| Признак                                                              | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Значеність признака, % | Признак                                    | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Значеність признака, % |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Професійна компетентність                                            | <b>Діагностична</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        | Специфічність                              | <b>Внутрішня</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |
|                                                                      | Уровень знаний. Получение общего и специального образования. Соответствие образованию профиля выполняемой работы. Широкий кругозор и обилие знаний. Опыт работы по данной специальности. Способность научно и творчески мыслить и действовать. Способность достичь и четко выразить свои мысли. Повышение квалификации и знаний | 33,9                   |                                            | Внутренняя собранность, умение сосредоточить внимание на главном. Способность рационально организовать свои разработки. Знание стадий разработки. Способность создать четкий порядок в работе                                                                                                                | 6,6                    |
| Ответственность за выполняемую работу                                | Работник не избегает ответственности, а стремится к ее повышению. Ответственность основана на выполнении реальной структуры или технического расчета                                                                                                                                                                            | 24,8                   | Способность поддерживать контакты с людьми | Психологическая совместимость работника в коллективе. Активность в совместной работе, умение эффективно генерировать идеи. Работник является инициатором предложений. Способность поддерживать контакты с людьми (сотрудниками). Личное обаяние, доброжелательность, готовность помочь товарищу              | 5,1                    |
| Самостоятельность и инициатива                                       | Способность к восприятию и переработке разнообразной информации. Работник самостоятельно принимает решения по разным техническим вопросам, не нуждается в поддержке инициатив. Решения сразу принимаются оптимальными для данной ситуации                                                                                       | 13,5                   | <b>Результативная</b>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 38,1                   |
| Способность решать новые задачи и использовать новые методы в работе | Работник легко воспринимает и осваивает новые методы работы, новые сферы инженерной деятельности. Работник разумно решает вопросы применения новых методов в своей работе. Способность работать инициативно, творчески. Умение научно и творчески мыслить и действовать. Умение в рациональной и изобретательской работе        | 8,4                    | Качество выполняемых работ                 | Высокий технический уровень конструкций, решений, и разработке используются лучшие достижения. Высокая степень стандартизации и унификации, разработаны переиспользуемые, экономически обоснованные. Разработки безупречные, аккуратные. Разработки соответствуют заданым и требованиям времени и стандартам |                        |
| Работоспособность                                                    | Способность к сосредоточенной, продуктивной работе на весь период деятельности. Устойчивость.                                                                                                                                                                                                                                   | 8,4                    | Соблюдение сроков выполнения задания       | Работник выполняет в назначенный срок свои задания и старается их выполнять досрочно. После выполнения плановых заданий работник охотно берет дополнительные работы                                                                                                                                          | 31,6                   |
|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | Число выполняемых работ                    | Число выполненных этапов и исследований заданий. Творческая активность работника, его инициативность и изобретательская деятельность, достигнутый экономический эффект                                                                                                                                       | 39,3                   |

| Признак                                      | Характеристика                                                                                                                                                                                    | Значеність признака, % |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Самостоятельно выполняемая работа</b>     |                                                                                                                                                                                                   |                        |
| Степень активности и инициативности          | Работник все задания выполняет творчески. Работник активно разрабатывает новые конструкции, не упирается в стандарты. Разработаны изделия мирового уровня, соответствующие требованиям информации | 28,4                   |
| Степень ответственности                      | Высокая (максимальная) ответственность за разработку документации. Функциональная ответственность разработанных изделий                                                                           | 28,3                   |
| Степень сложности конструкторской разработки | Степень сложности конструкторской документации в соответствии со сложностью проектируемого изделия. Полнота отработки конструкторской документации. Число полных-технических расчетов проекта     | 24,7                   |
| Степень сложности работ                      | Проектирование изделий разных классов и сложности. Выполнение разных этапов конструкторских разработок                                                                                            | 22,6                   |

## 2.4. Винахідницька та раціоналізаторська робота

Творчий характер конструкторської роботи дає право та зобов'язує конструктора оформляти її результати визначеною заявою та отримати державний захист на право інтелектуальної власності. В державі реєструються наступні об'єкти технічної творчості: відкриття; винахід; раціоналізаторська пропозиція; промисловий зразок.

**Відкриття** – це встановлені невідомі раніше об’єктивно існуючі закономірності, властивості та явища матеріального світу, які вносять корінні зміни у рівень пізнання.

**Винахід** – це нове технічне рішення задачі, яке суттєвим образом різниця від існуючих рішень влюбій галузі народного господарства, соціального та культурного будівництва або оборони держави, що дає позитивний ефект.

**Раціоналізаторська пропозиція** – це технічне рішення, яке є новим та корисним для підприємства, організації або засновника, якому воно надано, та передбачає зміну конструкції виробу або системи, технології виробництва та використаної техніки або зміну складу матеріалу.

**Промисловий зразок** – це нове, пригідне до здійснення промисловим способом художнє рішення виробу, в якому досягається єдність технічних і естетичних якостей.

Усі види технічної творчості стимулюються матеріально згідно існуючим положенням та інструкціям. Економічна оцінка розробок основана на досягнутому економічному ефекті при впровадженні.

## **2.5. Кваліфікаційні вимоги та атестація проектувальників**

Якість виконаної роботи інженером - конструктором залежить від особистих якостей та кваліфікації розробника.

### **Кваліфікаційні вимоги:**

- інженер – конструктор 1-ої категорії: вища технічна освіта та стаж роботи на посаді інженера – конструктора 2-гої категорії не менш, як 3 (три) роки;
- інженер – конструктор 2-гої категорії: вища технічна освіта та стаж роботи на посаді інженера – конструктора категорії або інших інженерно – технічних посадах, які можуть бути заміщені спеціалістами з вищою освітою, не менш, як 3 (три) роки;
- інженер – конструктор 3 - ої категорії: вища технічна освіта та досвід роботи по спеціальності, який придбано у термін навчання, або стаж роботи на інженерно – технічних посадах без кваліфікаційної категорії;

- інженер – конструктор: вища технічна освіта без пред’яви вимог до стажу роботи або середньо – спеціальна освіта та стаж роботи на посаді техніка – конструктора 1-ої категорії, не менш, як 3 (три) роки або інших посадах, які можуть бути заміщені спеціалістами з середньою спеціальною освітою, не менш, ніж 5 (п’ять) років.

**Атестація проектувальників.** Для виявлення достойності та недоліків в роботі конструкторів, підготовці резерву керівного складу кадрів, кожні *п’ять* років проводиться атестація конструкторів. Метою атестації є виявлення: області найбільш глибоких теоретичних та практичних знань; інтерес до нового, передового у своїй творчої діяльності; вміння виконувати завдання та доручення; вміння працювати з технічною літературою; загальний культурний рівень; ініціативність в роботі; організаторські здібності; авторитетність у колективі; наполегливість у досягненні прийнятих рішень; трудова та виробнича дисциплінованість, відповідність за доручене діло; вміння доступно, чітко висловлювати думку; особисті якості, стан здоров’я.

Атестація проводиться комісією, яка надає одну із наступних оцінок:

- 1) відповідає посаді, яку займає;
- 2) відповідає посаді, яку займає при умові поліпшення роботи та виконання рекомендації комісії з повторною атестацією через рік;
- 3) не відповідає посаді, яку займає.

## **2.6. Система автоматизованого проектування**

Ускладнення технологічних процесів, які застосовуються у проектах електрифікації, ускладнення конструкцій виробів за рахунок підвищення ступеню механізації та автоматизації виконуваних цими виробами робіт, збільшення їх номенклатури викликає різке зростання об’єму проектно-конструкторських робіт, що у свою чергу, приводить до збільшення чисельності інженерно-технічного персоналу, виконуючого ці роботи. Збільшується термін на проведення науково-дослідницьких і проектно-конструкторських робіт, подовжуються терміни освоєння нових виробів у виробництві. Крім того, швидке моральне старіння техніки ставить

задачу прискорення процесу підготовки виробництва та впровадження нових виробів. Важливою ланкою цього прискорення виявляється скорочення терміну розробки за рахунок застосування методів наукової організації праці, які базуються на широкому використанні *організаційної техніки (оргтехніки)* та *автоматизації проектування*.

Під *автоматизацією проектування* розуміють застосування засобів обчислювальної техніки, загального і спеціального математичного забезпечення, автоматики та оргтехніки при проектуванні виробничих об'єктів.

*Оргтехніка* – це комплекс технічних засобів для механізації та автоматизації управлінських робіт і інженерно-технічної праці. До засобів оргтехніки відносяться: пристрої для обробки інформації (математичні інструменти і прилади, пристрої для збору, реєстрації і зберігання інформації та ін.); засоби складання, копіювання і множення документів; інформаційно-пошукові системи; техніка для виконання креслення; засоби адміністративно- виробничого зв'язку та інше.

Автоматизація проектування здійснюється у рамках *системи автоматизованого проектування (САПР)*, визначеної у ГОСТ 23501.0-79 як організаційно технічна система, що складається із комплексу засобів автоматизації проектування, які взаємодіють з підрозділами проектної організації і виконує автоматизоване проектування. При цьому створення САПР переслідує наступні цілі: *забезпечення високих темпів науково-технічного прогресу; підвищення якості і техніко-економічного рівня проєктованих виробів, продуктивність праці проектно-конструкторських робіт; зменшення вартості створюваних виробів, термінів проектування, трудомісткості процесу проектування, імовірності виникнення похибки у проєкті виробу; скорочення частки рутинних проектних робіт; підвищення якості проектної документації, продуктивності робіт індивідуального розробника; виключення на ранній стадії невдалих проєктів*.

Система автоматизованого проектування складається із наступних складових: *прикладного програмного забезпечення (ППЗ)*, яке допомога проєктувальнику виконувати роботу по усім етапам проектування; *технічного забезпечення (ТЗ)* - сукупність ЕОМ і периферійних засобів для вводу, зберігання, переробки, передачі програм і даних, організації взаємодії проєктувальника з ППЗ САПР та

виготовлення машинними методами проектної документації; *загальносистемного програмного забезпечення (ЗПЗ)* – сукупності системних програм, які організують виконання прикладних програм на технічних засобах САПР; *інформаційного забезпечення (ІЗ)*, яке є важною складовою частиною САПР, що дозволяє виконувати різні процедури при проектуванні (накопичення, документування, зберігання і видачу необхідної для проектування інформації; автоматичну передачу інформації між вирішуваними задачами; видачу довідкових даних; накопичення і забезпечення можливості використання досвіду проектувальників); *лінгвістичне забезпечення (ЛЗ)* – сукупність мов (алгоритмічних, вхідних, систем управління базами даних, вихідних), які забезпечують необхідне функціонування засобів ТЗ; *методичне забезпечення (МЗ)* – ряд документів, які описують маршрут проектування об'єкту і містять правила та інструкції щодо використання програмного забезпечення; *організаційного забезпечення (ОЗ)* – перелік документів, які регламентують взаємодію і функції підрозділів, що беруть участь в процесі автоматизованого проектування об'єкту, а також матеріально-технічне забезпечення САПР об'єкту.

В залежності від типу САПР розділяються на *CAD, CAM та CAE* системи (рисунки 2.2)

**CAD - Computer-Aided Design** (пер. з англ. - комп'ютерна підтримка конструювання) – термін, що характеризує САПР, які призначені в основному для геометричного моделювання конструкторських розробок. Будучи ключовим інструментом в рамках концепції управління життєвим циклом виробу, CAD - системи включають безліч програмних і апаратних засобів - від систем двовимірної креслення до тривимірної параметричного моделювання поверхонь і об'ємних тіл.

**CAM - Computer-Aided Manufacturing** (пер. з англ. - комп'ютерна підтримка виготовлення) - термін використовується для позначення програмного забезпечення, що реалізовує етап технологічної підготовки виробництва (АСТПВ), - аналог в іноземних джерелах CAPP (Computer Automated Process Planing), який припускає розробку технологічних процесів, технологічного оснащення, програм,

що керують, для обладнання з ЧПК, розробку технологічної документації, що доводиться до робочих місць і регламентує процес виготовлення деталі.



Рисунок 2.2 – Класифікація САПР

**CAE - Computer-Aided Engineering** (пер. з англ. - комп'ютерна підтримка інженерного аналізу) - термін, що характеризує використання спеціального програмного забезпечення для проведення аналізу і оцінки функціональних властивостей проєктованих вузлів і деталей. CAE - системи охоплюють широке коло завдань моделювання електричних і магнітних полів, деформованого, теплового стану, коливань конструкції, стаціонарного і нестационарного газодинамічного і теплового моделювання з урахуванням в'язкості, турбулентних явищ, прикордонного шару і т.п. Найбільш поширені CAE - системи, що використовують вирішення систем диференціальних рівнянь методом кінцевих елементів (МКЕ).

В залежності від *складу* САПР розділяються на системи *низького, середнього та верхнього* рівня.

**САПР низького рівня.** Перший клас систем, що склався в історичному розвитку. До цієї категорії відносяться такі системи, як *AutoCAD, CAD-KEY, Personal Designer, ADEM, КОМПАС 3D, T-FlexCAD*. Такі системи, як правило, використовуються на персональних комп'ютерах окремими користувачами і призначені в основному для якісного виконання креслень. Також вони можуть використовуватися для двовимірного (2D) моделювання і тривимірних побудов (3D).

За допомогою цих систем виконуються порядку 90% всіх робіт по проектуванню, вони прості у використанні, містять багато бібліотек стандартних елементів, підтримують різні стандарти оформлення графічної документації.

**САПР середнього рівня.** Клас, недорогих тривимірних систем CAD, що з'явився порівняно недавно. До нього відносяться системи *AMD, Solid Edge, Solid Works, Autodesk Inventor, Mechanical Desktop* і т.д. Їх поява пов'язана із збільшенням потужності персональних комп'ютерів і розвитком операційної системи. З їх допомогою можна вирішувати до 80% типових машинобудівних завдань, не привертаючи потужні і дорогі CAD/CAM системи вищого рівня. Вони дозволяють проектувати більшість деталей, складальні одиниці середнього рівня складності, виконувати спільну роботу групами конструкторів.

**САПР верхнього рівня.** Такі системи надають повний набір інтегрованих засобів проектування, виробництва, аналізу виробів. До цієї категорії систем відносяться *CATIA, Unigraphics, Pro/ENGINEER, CADD5, EUCLID, Cimatron, Ansys, LS-DYNA, Adams, NASTRAN, ABAQUS*. Системи верхнього рівня дозволяють вирішувати широкий спектр конструкторсько-технологічних завдань таких як: проектування деталей найскладнішого типу, що містять дуже складні поверхні; виконання побудови поверхонь за результатами обміру реальної деталі, виконання згладжування поверхонь і складних сполучень; проектування масивних збірок, що вимагають ретельної компоновки і що містять елементи інфраструктури (кабельні джгути, трубопроводи); робота з складними збірками в режимі варіантного аналізу.

За **призначенням** САПР можна поділити на машинобудівні, електротехнічні, географічні та ін. Серед електротехнічних САПР широко використовуються такі системи як: *Компас–Електрик, ElectriCS, WinELSO, Dialux*.

САПР **КОМПАС-Електрик** призначена для автоматизації проектування і випуску комплексу документів (схем і звітів до них) на електрообладнання об'єктів виробництва. Основні функції КОМПАС-Електрик Pro: розробка електричних схем різного типу; генерація текстових звітів (переліків, відомостей, специфікацій); розробка експлуатаційної документації на ПЛК; вибір і вставка в схему УГО апаратів і пристроїв; побудова електричних з'єднувачів (ліній зв'язку і груп, електричних шин); призначення типів виробів апаратам, пристроям і з'єднувачам;

автоматичний розрахунок і оптимізація з'єднань між апаратами і пристроями; автоматичний розподіл модулів в блоках, а блоків в шафах керування; контроль даних, що вводяться користувачем, на всіх етапах проектування.

Галузь застосування САПР **ElectriCS** - загальне машинобудування, авіа- і суднобудування, транспортне машинобудування, а також проектування систем АСКТП. Основні функції **ElectriCS Pro**: проектування принципів схем, схем підключень, з'єднань, формування проектної документації; робота з схемами типу ЭЗ, Э4 або Э5. Підтримується робота зі схемами типу Э0; управління проектною документацією, організованою у вигляді дерева: «проект виробу в цілому - проект системи електрообладнання - схеми різних видів - лист схеми»; створення супровідної документації (переліки елементів, таблиці з'єднань, специфікації і так далі) для будь-якого рівня документа; система позначень компонентів електрообладнання, що настроюється; вказівка місць розміщення пристроїв і джгутів у виробі; бібліотеки УГП, проводів.

САПР **WinELSO** призначена для проектування систем зовнішнього і внутрішнього електропостачання. Основні можливості **WinELSO**: автоматичний підрахунок довжин кабелів і проводів з урахуванням індивідуальної відносної і абсолютної погрішності на довжину і вертикальних ділянок; автоматичний підрахунок кількості електроприймачів, сумарної потужності, середньовзвженого коефіцієнта потужності групи; розрахунок навантажень по методиках коефіцієнтів використання і коефіцієнтів попиту; розрахунок потужностей, струмів, напруги і відхилень напруги на елементах від номінального в нормальних, аварійних і пускових режимах схеми; ударних розрахунок і сталих трьох-, двух- і однофазних струмів КЗ; побудова графіків селективності автоматичних вимикачів, запобіжників і реле; підбір обладнання за результатами розрахунків.

**Dialux** - безкоштовний професійний програмний пакет для розрахунку внутрішнього і зовнішнього освітлення. Основні можливості **Dialux**: безпосередній розрахунок освітленості на будь-якій поверхні; контроль основних показників якості освітлення; використання широкої бази даних світильників, вільно поширюваної виробниками світлотехнічної продукції; 3D візуалізація системи освітлення.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Назвіть основні принципи наукової організації праці проектувальника.
2. Скласти алгоритм визначення трудомісткості проектних робіт.
3. Якими професійними здібностями повинен володіти проектувальник?
4. В чому суттєвість винахідницької та раціоналізаторської роботи проектувальника?
5. Що називається відкриттям?
6. Що відноситься до винаходу?
7. Що називається раціоналізаторською пропозицією?
8. Що називається промисловим зразком?
9. Які кваліфікаційні вимоги пред'являють до проектувальника?
10. З якою метою проводиться атестація проектувальників?
11. Яким чином кваліфікуються системи автоматизованого проектування?

### ТЕМА 3. «ПРИНЦИПИ ВИКОНАННЯ СХЕМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ОБ'ЄКТІВ ПРОЕКТУВАННЯ»

МЕТА ЛЕКЦІЇ: *Надати студентам знання про основні принципи проектування схем енергетичних систем об'єктів АПК*

#### План

3.1. Правила виконання принципових схем

3.2 Правила виконання схем з'єднань та приєднування

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

#### 3. 1 Правила виконання принципових схем

Найбільш часто при проектуванні і експлуатації систем електрифікації застосовують схеми: електричні принципові, з'єднань, підключень, розташування.

На *принциповій схемі* зображують усі електричні елементи або пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також елементи (рознімання, затискачі і т.п.), якими закінчуються вхідні і вихідні кола (рисунок 3.1).

**Побудову принципових** електричних схем рекомендується здійснювати в наступному порядку:

1. Принципові схеми виконуються згідно з **ГОСТ 2.702-75(2007)**.
2. На основі функціональної схеми складають чітко сформульовані технологічні вимоги, які пред'являються до принципової електричної схеми.
3. Стосовно до цих вимог встановлюють умови і послідовність дії схеми.
4. Кожне із заданих умов дії схеми відображають у вигляді тих або інших елементарних кіл, які відповідають даній умові дії.
5. На елементарних ланках: спочатку наносять виконавчі елементи; потім комутаційні елементи; у початковій частині схеми вказують контакти захисних елементів; попереду виконавчих елементів розміщують контакти теплових реле.
6. Елементарні кола об'єднують в загальну схему
7. Перевіряють схему з позицій можливості виникнення помилкових кіл або її неправильної роботи при пошкодженні елементарних кіл або контактів.

8. Розглядають можливі варіанти рішення і приймають кінцевий варіант схеми.

9. Здійснюють живлення кіл керування.

10. На схемах показують елементи розміщені у вимкненому стані. Допускається деякі елементи зображати у вибраному робочому положенні із зазначенням на полі схеми режиму, для якого ці елементи показані.

11. При виконанні схем потрібно прагнути до їх компактності, але не в збиток ясності та можливості її читання.

12. Лінії зв'язку повинні бути показані, як правило, повністю.

13. Елементи, з яких складено пристрій, що має самостійну принципову схему, виділяють на схемах суцільною лінією, яка по товщині дорівнює лінії зв'язку.

14. Елементи, з яких складено пристрій, що не має самостійної принципової схеми, допускається на схемах виділяти штрихпунктирними лініями, які по товщині дорівнюють лініям зв'язку, при цьому вказують найменування, тип або позначення документу, на підставі якого цей пристрій застосовано.

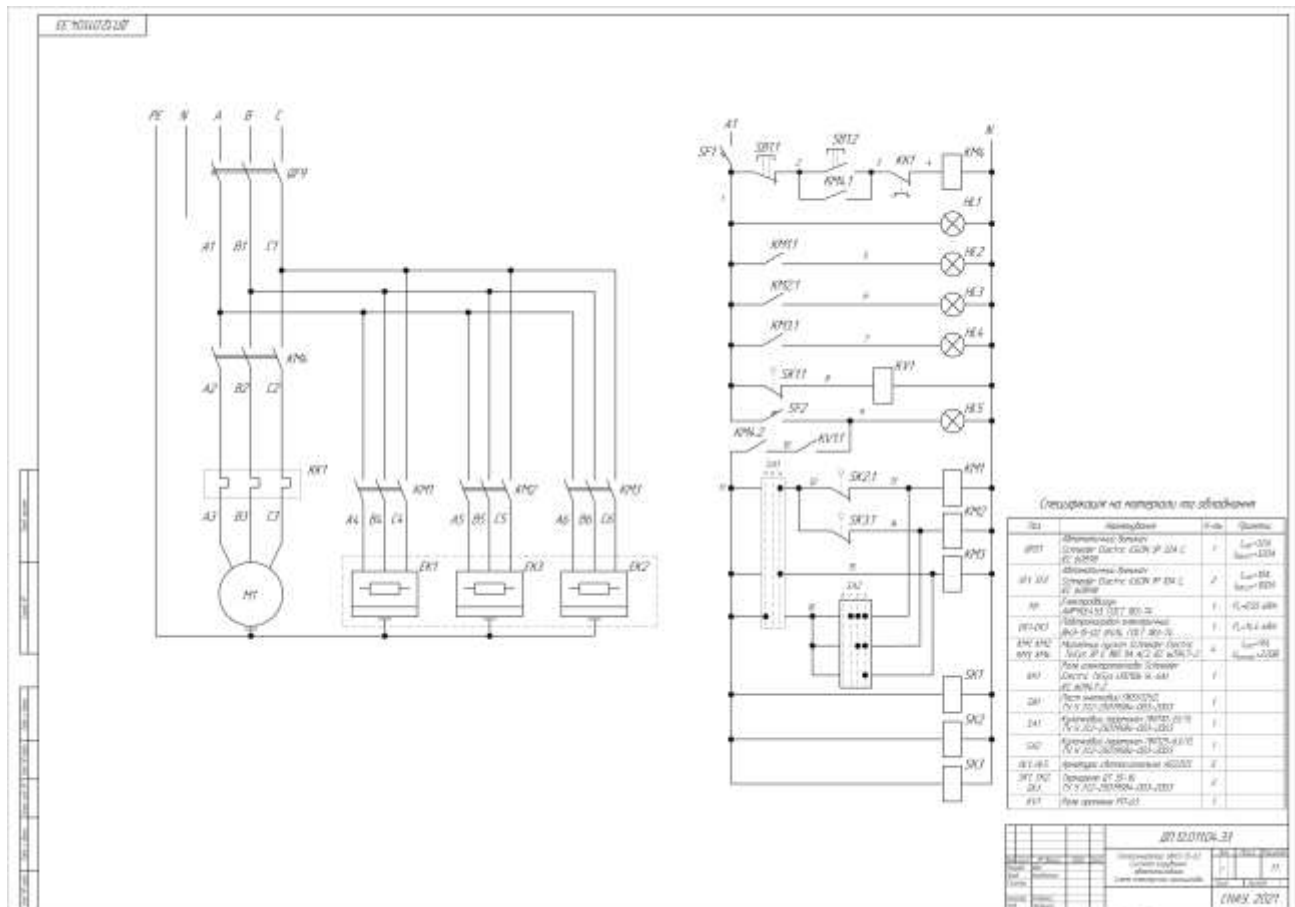


Рис. 3.1.— Приклад виконання принципової електричної схеми керування теплогенератором

15. Всі елементи пристроїв на схемі позначаються у вигляді умовних графічних позначень згідно **ГОСТ 2.721-74(2007) – 2.768-90(2004) та СПДБ**

16. Схеми принципів можуть виконуватись *суміщенням* (рідше) і *рознесенням* способами.

17. Допускається усі умовні графічні позначення пропорційно збільшувати або зменшувати.

18. Умовні графічні позначення елементів зображують на схемі в положенні, в якому вони наведені у відповідних стандартах або повернутими на кут 90 градусів, якщо у відповідних стандартах відсутні спеціальні вказівки. Допускається дзеркальне зображення умовних графічних позначень.

19. Біля умовних графічних позначень елементів схем праворуч або зверху повинно бути вказано буквено-цифрове позначення елемента за **ГОСТ 2.710-81(2007) «ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в эклектических схемах»**

20. Порядкові номери повинні бути присвоєні у відповідності з послідовністю розташування елементів на схемі в напрямку зверху донизу і зліва направо.

На принциповій схемі усі ділянки кіл повинні мати *маркування*, згідно **ГОСТ 2.709-89(2007) «ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах»:**

1. *Окремими ділянками кола* вважаються ділянки, розділені контактами комутаційної апаратури, теплових і проміжних реле, роз'єднувачами, обмотками електричних машин, резисторами, конденсаторами, дроселями, сигнальною арматурою, елементами вимірювальних приладів, запобіжниками та ін.

2. Кола у схемах маркуються незалежно від нумерації вхідних та вихідних клем машин, приладів.

3. При маркуванні кіл допускається оставляти резервні номери.

4. Послідовність маркування повинна бути від вводу джерела живлення до споживача, а розгалужені ділянки кола маркують зверху донизу у напрямку зліва направо.

5. На схемах силових кіл змінного струму ввід джерел живлення позначають **L1, L2, L3** або **A, B, C** (фазні проводи), **N** (нульовий робочий провід) та **PE**

(нульовий захисний провід) а наступні ділянки кіл – додаванням порядкового номера ділянки.

6. На схемах силових кіл постійного струму ділянки кіл позитивної полярності позначають непарним числами, а негативної – парними. Полярність вхідних ділянок позначають  $L^+$  и  $L^-$  або «+», і «-», а середній провід трипровідної мережі постійного струму – буквою М.

7. На схемі маркування проставляють біля кінців або у середині ділянки кола: при горизонтальному розташуванні кіл – над зображенням кола. При вертикальному розташуванні кіл – зліва від зображення кола.

8. Ділянки кіл керування позначаються арабськими цифрами зліва направо і зверху униз.

9. У позначення кіл можна вводити букву, яка характеризує їх функціональне призначення. У цьому випадку послідовність чисел встановлюють у межах цього кола. Так, кола телемеханіки позначають буквою Т (від Т1 до Т99), а кола зв'язку – буквою U (від U1 до U99).

10. При виконанні схем рядковим способом кожний рядок може бути пронумеровано та мати надписи, які пояснюють призначення окремих кіл.

### 3.2 Правила виконання схем з'єднань та приєднування

На основі принципових електричних схем (керування технологічними процесами та внутрішньо цехової розподільної мережі) розробляються схеми з'єднань шафи керування автоматизованою системою та схема приєднання зовнішніх пристроїв та електрообладнання до шафи керування та між собою.

**Схема з'єднань** (виконується за **ГОСТ 2.702-75(2007)**) показує з'єднання складових частин виробу і визначає проводи, джгути, кабелі якими здійснюються ці з'єднання, а також місця їх приєднань і вводу (рисунок 3.2):

1. На схемі з'єднань пристрої, що входять у склад виробу, позначаються у вигляді прямокутників або зовнішніх окреслень, а елементи пристроїв – у вигляді умовних графічних позначень.

2. Зображення пристрою на схемі з'єднань повинно відповідати дійсному його

розташуванню у виробі.

3. На зображенні пристроїв повинні бути обов'язково позначені вхідні і вихідні елементи (клемова колодка, вивідні контакти і т. ін.).

4. Їх маркування повинно відповідати заводському, а при його відсутності повинно бути присвоєно маркування проектувальника, яке повинно дотримуватись на усіх видах документів, у яких позначений даний пристрій.

5. Біля кожного пристрою на схемі повинно бути зазначено буквено-цифрове позначення згідно зі схемою електричною принциповою (у знаменнику) і номер, позначений арабськими числами (чисельник), який визначає конструктивне розташування пристрою у виробі (наприклад  $\frac{1}{QF1}$ ).

6. На схемі з'єднань проводи, що ідуть у одному напрямку допускається зводити у джгут, але при підході до вихідних і вхідних елементів пристроїв, вони повинні бути роз'єднані.

7. На кожному проводі, приєднаному до пристрою, повинна бути зазначена адреса приєднання.

**Приклад - L11(=A2#T1+5-QF3:1) означає що провід L11 (згідно з маркуванням ділянки кола на принциповій схемі) підключений до контакту 1 автоматичного вимикача QF3, розташованого на конструктивній полиці 5 функціональної групи T1 виробу A2 (шафа керування).**

*Схема підключень* показує зовнішні підключення виробу. Схемами користуються при розробці інших конструкторських документів, а також для здійснення підключень виробів і під час їх експлуатації (рисунк 3.3):

1. На схемі підключень виробу зображуються у вигляді прямокутників або зовнішніх обрисів.

2. На зображенні виробів обов'язково повинні бути позначені вхідні і вихідні елементи.

3. Джгути, трубопроводи, кабелі, проводи, які ідуть в одному напрямку допускається зводити в одну лінію, але при підході до виробу вони повинні бути роз'єднані.



5. На проводах, які підходять до вхідних і вихідних елементів повинні бути дані адреси, відповідно до вище викладеного принципу для схем з'єднань, номери пучків, нумерація кіл, вказано марку проводу, спосіб прокладки.

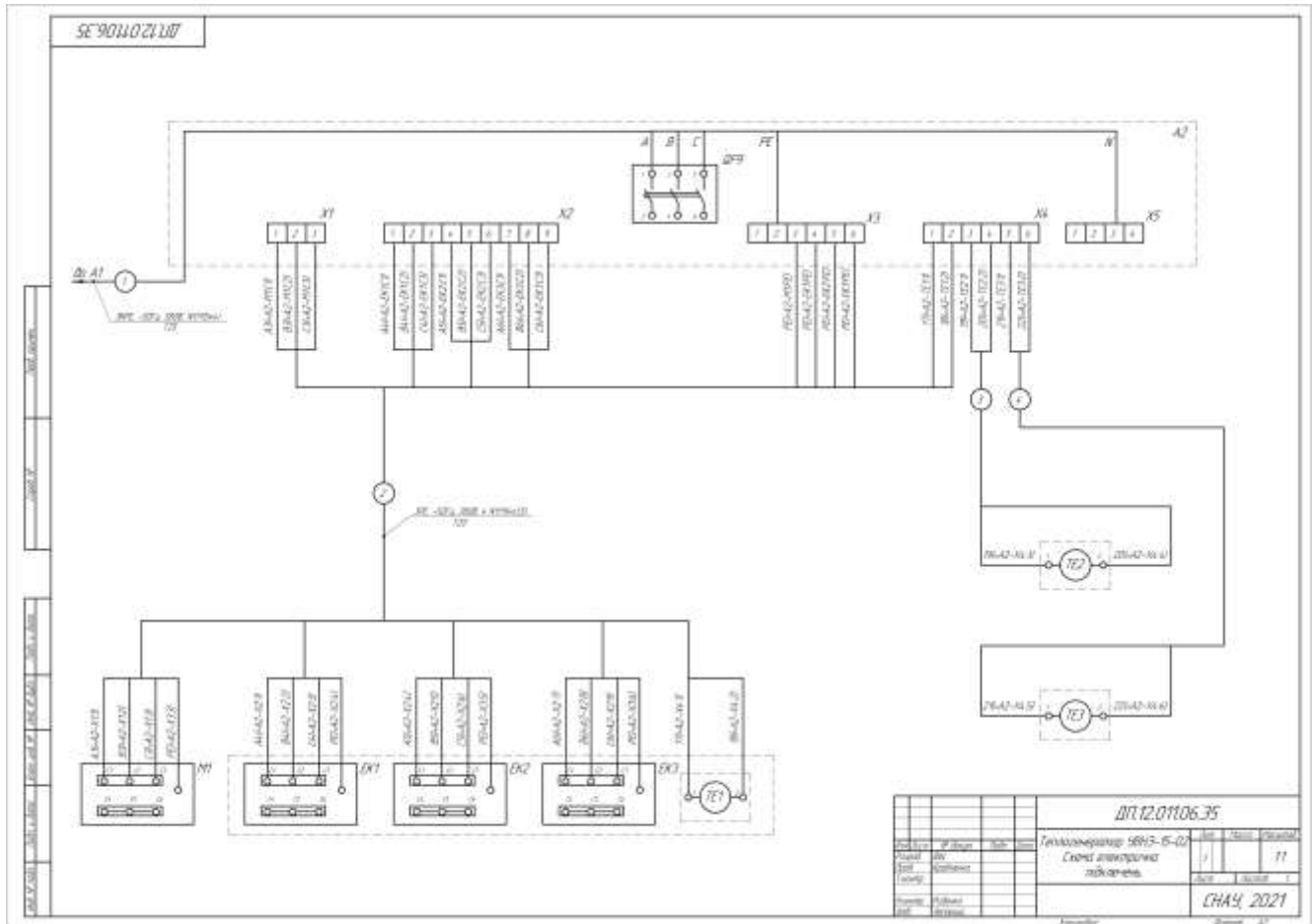


Рисунок 3.3 – Теплогенератор. Схема електрична приєднань

Різницею схем підключень від схем з'єднань є виконання зображень виробів без прив'язки до дійсного розташування їх на плані конструкції, об'єкта.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Основні правила складання схем електричних принципівих?
2. Яким чином позначають окремі ділянки на принципівих схемах?
3. Яким чином кола принципівих схеми розділяється на окремі ділянки?
4. Основні правила складання схем електричних з'єднань?
5. Основні правила складання схем електричних приєднань?
6. Яким чином позначається адреса на схемах з'єднань та приєднань?

## ТЕМА 4. «ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПО РОЗРОБЦІ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

Мета лекції: *Надати студентам знання про принципи розробки схем автоматизації технологічних процесів*

### План

4.1. Загальні вимоги до схем автоматизації.

4.2. Визначення параметрів, які підлягають контролю, регулюванню та сигналізації

4.3. Визначення функціональних структур АСУ.

4.4. Вибір функціональних елементів.

Компонування функціональних блоків.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

#### 4.1. Загальні вимоги до схем автоматизації.

При розробці електричної частини проектів систем автоматизації різних технологічних процесів приділяють велику увагу побудові різних схем. Ці схеми служать вивчення принципу дії системи та необхідні під час виробництва монтажу, виконанні налагоджувальних робіт і експлуатації системи.

При всьому різноманітті схем у різних системах автоматизації будь-яка схема, незалежно від ступеня її складності, є певним чином складене поєднання окремих елементарних електричних ланцюгів і типових функціональних вузлів, що в заданій послідовності виконують ряд стандартних операцій:

1) передачу командних сигналів від органів управління чи виміру до виконавчих органів;

2) посилення чи розмноження сигналів;

3) порівняння сигналів;

4) блокування тощо.

У всіх випадках кожна схема повинна забезпечувати:

1. Високу надійність – здатність безвідмовно виконувати свої функції протягом певного інтервалу часу у заданих режимах роботи.

2. Простоту та економічність, що досягаються застосуванням стандартних та уніфікованих вузлів, скороченням до можливого мінімуму числа елементів у схемі та обмеженням їх номенклатури.

3. Чіткість дії в номінальному та аварійному режимах. Принципова схема має бути побудована таким чином, щоб при виникненні аварійних режимів забезпечувалася безпека обслуговуючого персоналу та запобігав подальшому розвитку аварії, що призводить до пошкодження механічного або електричного обладнання та браку продукції.

4. Зручність оперативної роботи. Схемі повинна забезпечувати оптимальні умови для роботи оперативного персоналу (скорочення кількості органів управління, можливість простого та швидкого вибору необхідного режиму роботи, перехід з автоматичного на ручний режим роботи та назад, зняття та введення блокувальних зв'язків)

5. Чіткість оформлення. Оформлення схеми слід виконувати ясно, легко і компактно. Графічне оформлення схеми має сприяти найкращому сприйняттю її змісту.

#### **4.2. Визначення параметрів, які підлягають контролю, регулюванню та сигналізації**

Розробка автоматичних управляючих систем починають із вибору параметрів, що у управлінні. До них відносяться:

- 1) контрольовані;
- 2) сигналізовані;
- 3) регульовані;
- 4) параметри захисту та блокування;
- 5) параметри, шляхом зміни яких здійснюється керуючий вплив на об'єкт?

Контрольовані величини – це нерегульовані режимні параметри та вхідні величини, при зміні яких об'єкт надходять обурювальні впливи. Контролю підлягають насамперед ті параметри, знання поточних значень яких полегшує пуск, налагодження та спостереження за перебігом технологічного процесу (температура, тиск, витрата, вологість тощо)

Сигналізовані величини – це параметри (насамперед), відхилення яких від норми може призвести до аварії, а також це величини, які дають інформацію про запуск обладнання в роботу, стан основних параметрів регулювання, про зупинку обладнання, про граничні значення параметрів (концентрація вибухонебезпечних речовин у повітрі приміщення, рівня рідини, тиску та температури в котлах тощо).

Регульовані величини – це параметри, що забезпечують задану якість технологічного процесу (приготування кормосумішей: дозування, температура запарювання тощо).

Параметри захисту та блокування. Знання цих параметрів та здійснення їх контролю необхідні для забезпечення безпечних заходів експлуатації обладнання та техніки безпеки обслуговуючого персоналу.

приклад. Система автоматизації управління мікрокліматом у тваринницькому приміщенні:

1. Контрольовані параметри: вологість, температура, вміст CO<sub>2</sub>, освітленість, швидкість руху середовища.
2. Сигналізовані параметри: запуск у роботу вентиляційних установок; кількість груп одночасно працюючих установок; швидкість обертання вентиляторів (подача).
3. Регульовані параметри: температура у приміщенні, вологість, вміст CO<sub>2</sub>
4. Параметри захисту та блокування для цієї системи немає. А наприклад, для кормоцеху – це закриті дверцята та люки робочих машин.

#### **4.3 Визначення функціональних структур АСУ**

Після ретельного вивчення технологічного процесу, визначення параметрів, що підлягають контролю та регулюванню, визначення діапазонів їх регулювання визначають функціональну структуру АСУ, тобто. визначають:

- 1) визначається вид застосовуваної енергії системи управління (електрична, гідравлічна, пневматична);
- 2) які блоки складають об'єкт управління (технологічний процес) за функціональним призначенням (наприклад, для процесу видалення гною: похилий транспортер, горизонтальний транспортер тощо);

3) які блоки становлять систему управління за функціональним призначенням (виконавчі механізми, затримки часу, посилення сигналів, знімання інформації, порівняння сигналів, вимірювання величини сигналів тощо);

4) кількість керованих величин (параметрів);

5) послідовність передачі сигналів управління, тобто. функціональні та керуючі зв'язки між блоками, що визначають систему.

#### **5.4 Вибір функціональних елементів**

Елементом автоматики називається частина пристрою автоматичної системи, де відбуваються якісні чи кількісні перетворення фізичної величини (датчики, підсилювачі, стабілізатори, розподільники, логічні елементи, виконавчі механізми).

Функціональні елементи вибираються за:

1) статичним та динамічним характеристикам;

2) порога чутливості;

3) похибки;

4) коефіцієнт посилення;

5) коефіцієнта стабілізації;

6) узгодження вхідних та вихідних параметрів (напругі, струму, частоті тощо).

#### **5.5 Компоновка функціональних блоків**

Після визначення функціональних блоків АСУ необхідно зробити їх компонування. При цьому необхідно дотримуватись наступних принципів:

1) при виборі технічних засобів блоків необхідно перевагу віддавати засобам автоматики, що серійно випускаються;

2) при розбивці АСУ на локальні підсистеми АСУ слід звернути увагу на наявність у контурі регулювання необхідних функціональних елементів (первинний вимірювальний перетворювач, перетворювач з дистанційною передачею сигналів, регулятор з формувачем впливу, що задає, виконавчий механізм, регулюючий орган і органи ручного управління;

3) виключення можливості впливу перешкод на роботу елементів автоматики, що становлять функціональні блоки як з боку зовнішніх пристроїв, так і з боку елементів функціонального блоку (шуми, вібрації тощо);

4) враховувати структуру системи управління (децентралізована – апаратна) або (централізована (програмована)), від чого залежить компонування, тобто начинка пультів та щитів;

5) враховувати вплив довкілля.

### **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ**

1. Дайте визначення схеми автоматизації?
2. Наведіть приклади типових функціональних вузлів схем автоматизації.
3. Які вимоги висуваються до схем автоматизації?
4. Яким чином поділяються параметри систем автоматики?
5. Які величини належать до контрольованих параметрів?
6. Які величини відносяться до параметрів, що сигналізуються?
7. Які величини належать до регульованих параметрів?
8. Як визначається функціональна структура системи автоматизації?
9. За якими ознаками вибирають багатфункціональні елементи блоків АСУ?
10. Які принципи дотримуються при компонуванні функціональних блоків АСУ?

**ТЕМА 5. «ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТІВ АПК»**

**МЕТА ЛЕКЦІЇ:** *Надати студентам уяву про аналіз стану та методику проектування систем електропостачання, принципів їх побудови з урахуванням вимог по надійності*

**План**

5.1 Загальні відомості

5.2 Аналіз взаємозв'язків між споживачами існуючої і проектованої систем електропостачання

5.3 Розробка структур систем електропостачання

5.4 Вибір конфігурації електричних мереж

5.5 Загальний алгоритм побудови СЕП

**КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ****5.1 Загальні відомості**

Відповідно до ГОСТ 21027-75(2005) "Системы энергетические. Термины и определения", "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ) установлені застосовувані у науці, техніці і виробництві терміни і визначення основних понять, які належать до енергетичних систем загального призначення.

**Системою електропостачання (СЕП)** називається сукупність комплектів електротехнічного обладнання, призначеного для забезпечення споживачів електричною енергією.

Конкретизація структур СЕП робиться на підставі відповідних електротехнічних розрахунків, дозволяючих вибрати відповідне конкретне обладнання і апаратуру і провести техніко-економічне порівняння отриманих варіантів функціональних структур.

**5.2 Аналіз взаємозв'язків між споживачами існуючої і проектованої систем електропостачання**

Загальні принципи побудови систем електропостачання – це комплекс правил і вказівок, які забезпечують єдність дій при проектуванні незалежно від конкретних кількісних і якісних характеристик, що визначають вимоги даного виробничого процесу, постачаного електроенергією (місцеположення, потужність, напруга, надійність і т.д.). Загальні принципи побудови систем електропостачання містять у собі:

- аналіз взаємозв'язків між споживачами, існуючої і проєктованої системами електропостачання;
- розробка структури системи електропостачання;
- вибір найбільш прийнятих типів електрообладнання з урахуванням впливу факторів навколишнього середовища і вимог до безпеки праці.

Аналіз взаємозв'язків припускає визначення і формування вимог електроспоживачів до проєктованої і існуючої СЕП за рівнем напруги, потужності, надійності, якості електроенергії і є основою формування структури системи електропостачання. Він будується за виробничо-технологічним і виробничо-територіальним принципам і містить у собі:

- характеристику одиночних споживачів:
  - а) приблизна орієнтація технологічного процесу (технологічна схема, основні функціональні зв'язки);
  - б) вид споживачів (двигуни, установки мікроклімату, водонагрівачі, освітлення і т. ін.).
- класифікацію структури одиночних споживачів (кількість, рівень робочої напруги, порядок величини потужності, територіальний розподіл);
- вплив умов навколишнього середовища;
- вимоги споживачів до надійності електропостачання;
- визначення навантаження груп споживачів з конкретними вихідними величинами для проєкта структури і визначення параметрів усіх елементів мережі;
- подання і інтерпретацію потреби сумарної потужності об'єкта електропостачання (основні дані про попит на електроенергію, загальні і часткові плани розташування із нанесенням потужностей за напругою і видах струмоприймачів);

- аналіз існуючої схеми електропостачання споживачів розглядуваної зони, технічного стану і параметрів діючих мереж, строків спорудження окремих ділянок ПЛ, рівней напруги і відхилень напруги біля споживачів, технічних даних устаткованого у мережах електрообладнання і апаратури за матеріалами експлуатаційних організацій.

### 5.3 Розробка структур систем електропостачання

Розробка структур систем електропостачання містить у собі:

- вибір номінальних напруг електричної мережі;
- визначення категорійності споживачів за надійністю електропостачання;
- вибір конфігурації мережі з урахуванням кількості і територіального розміщення трансформаторних підстанцій різної напруги, схеми їх приєднання до джерел живлення.

***Вибір номінальних напруг електричної мережі.*** Для зовнішнього електропостачання сільських споживачів використовуються номінальні напруги, установлені ГОСТ 721-77:

Найбільшого поширення у сільських районах отримали напруги 10, 35 і 110 кВ. Напруга 6 і 10 кВ використовується для розподільних мереж. Напруга 6 кВ не рекомендується до застосування, окрім випадків, коли ця напруга застосована у діючих мережах для живлення значного навантаження електродвигунів з номінальною напругою 6 кВ.

На перспективу 10-15 років економічно доцільним є зберігання існуючої триступінчастої системи напруг 110/35/10/0,38 кВ з двоступінчастими підсистемами 110/35/0,35 і 110/10/0,38 кВ.

Трансформація 35/0,4 кВ знайшла широке застосування в системі електропостачання насосних станцій зрошувальних систем, особливо півдня України.

Ступені низкої напруги визначаються номінальними значеннями електроприймачів, системою мережі (однофазна, трифазна) і схемою з'єднання струмоприймачів (трикутник, зірка). Використовуються наступні ступені робочої

напруги для:

- освітлення – 220 В;
- електродвигунів – 220, 380 і 660 В

При розробці схем електропостачання відповідно до ГОСТ 13109-97 необхідно враховувати вимоги, щодо допустимих відхилень напруг від номінальної біля електроприймачів, які для споживачів сільської місцевості складають  $\pm 5 \%$ .

При проектуванні мереж передбачається забезпечення на шинах 10 кВ центрів живлення наступних рівней напруг:

- у режимі максимальних навантажень центрів живлення-10,5-11 кВ ;
- у режимі мінімальних навантажень -10 кВ;
- у післяаварійних режимах роботи мереж – 10 кВ.

#### **Класифікація споживачів за категорією надійності електрообладнання.**

Правила будови електроустановок щодо відношення забезпечення надійності електропостачання поділяють електроприймачі на три категорії (п. 1.2.17-1.2.20).

До **першої категорії** відносяться електроприймачі, перерва в електропостачанні допускається лише на час автоматичного відновлення живлення.

До **другої категорії** відносяться електроприймачі, для яких тривалість перерв електропостачання, включаючи планові вимикання, не повинна перевищувати 3,5 годин. Протягом доби допускаються повторні планові вимикання через 2 години. Окрім всього, для ряду електроприймачів другої категорії перерва в електропостачанні допускається на час, необхідний для вмикання резервного живлення діями чергового персоналу або виїздної оперативної бригади, але не більше ніж 0,5 години.

До споживачів **третьої категорії** відносяться усі електроприймачі, які не підпадають під значення перших двох категорій.

## **5.4 Вибір конфігурації електричних мереж**

Вибір схеми електричної мережі робиться на перспективу 5-10 років, при

цьому слід виходити з основних вимог під час її побудови. Схема повинна:

- забезпечити необхідну надійність;
- забезпечувати нормовану якість електроенергії біля споживача (ГОСТ 13109-97);
- бути гнучкою, пристосованою до різних режимів розподілу потужності;
- забезпечувати можливість її наступного розвитку без докорінних змін з урахуванням раціонального сполучення з майбутніми мережами більш високого ступеню напруги;
- передбачати раціональне сполучення з існуючими мережами, максимальне використання діючих мереж з урахуванням їх можливої реконструкції;
- будуватись з максимальним охоптом території для комплексного електропостачання усіх розташованих на ній споживачів;
- забезпечувати оптимальний рівень струмів к.з.;
- урахувувати можливості виконання релейного захисту, протиаварійної і режимної автоматики;
- відповідати умовам оточуючого середовища (зменшення площі, відчужованої для будівництва землі);
- забезпечувати можливість побудови схеми з уніфікованих елементів ліній і підстанцій.

### **5.5 Загальний алгоритм побудови СЕП**

Як було визначено вище, аналіз основних взаємозв'язків передбачає установлення взаємодії між:

- виробничим процесом, який споживає електроенергію і проєктованою СЕП;
- проєктованою і існуючою СЕП

На основі цих взаємозв'язків формується структура СЕП, тобто розробляються її функціональні і конструктивні рішення.

Розробка необхідної структури СЕП означає також реалізацію вимог електроприймачів і умов їх підключення, які визначають функції мережі і споживачів. При цьому використовують наступний основний принцип побудови СЕП:

- так як основою структури СЕП є електричні мережі, в проєктованій системі визначають необхідну сукупність основних типів мереж (постачальних (живильних), розподільних середньої і низької напруги);

- у кожній мережі визначають склад функціональних вузлів і блоків;

- формують структуру мереж з урахуванням вимог електроспоживачів:

- а) формування вузлових точок СЕП, тобто визначення числа й складу групи електроспоживачів, аналіз споживачів і способів їх живлення з урахуванням надійності;

- б) приєднання вузлових точок до функціонального вузлу розподілу проєктованої СЕП з урахуванням потрібного рівня напруги, резервування, режимів центру живлення в нормальних і аварійних ситуаціях;

- формують систему забезпечення живлення проєктованої СЕП:

- а) отримання електроенергії від трансформаторних підстанцій або районних і місцевих електростанцій існуючої СЕП;

- б) проєктування власних джерел електроенергії об'єкта електропостачання;

- в) виконання умов приєднання (УП) з урахуванням вимог як одиночних, так і сукупності електроприймачів (ВСС):

- 1) отримання необхідної і резервної потужності;

- 2) забезпечення незалежного живлення;

- 3) дотримання допустимої тривалості вимикання;

- 4) усунення пошкоджень у системі живлення

Враховуючи вище викладені принципи, рекомендації і вимоги до електричних мереж і їх елементів, загальний алгоритм побудови структури СЕП можна показати наступним чином (рисунок 13.1).

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Наведіть визначення основних понять, які належать до енергетичних систем загального призначення.
2. В чому різниця між джерелом та центром живлення?
3. Назвіть основні типи електричних мереж.
4. Які основні складові містить в собі структура системи електропостачання (СЕП)?
5. В чому полягають загальні принципи побудови СЕП?
6. Яким чином класифікують споживачів за категорією надійності електропостачання?
7. За якими ознаками класифікують конфігурації мереж?
8. Які вимоги пред'являють до елементів структури СЕП щодо забезпечення потрібного рівня надійності?
9. Області застосування основних типів конфігурації мереж в класі напруг 35-110 кВ?
10. Області застосування основних типів конфігурації мереж в класі напруг 6-10 кВ та 0,38 кВ?

## ТЕМА 6. «РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ»

**МЕТА ЛЕКЦІЇ:** *Надати студентам відомості щодо методів та принципів розрахунку та вибору електросилового обладнання*

### План

6.1 Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання

6.2 Перевірочний розрахунок потужності електрообладнання для стандартного технологічного обладнання з урахуванням режиму роботи по прийнятій технології

6.3 Перелік літератури по наведеним питанням

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

**6.1 Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання**

До силового електрообладнання відносяться привідні електродвигуни механізмів та обладнання, яке комплексно поставляється зі стандартним технологічним обладнанням.

Як правило, обираються трьохфазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором на напругу 380 В і частотою 50 Гц серій: 4АМ, АИР, 5А, 6А з урахуванням середовища, в якому будуть робити.

Паспортні дані обраних електродвигунів заносяться у відповідну таблицю.

**6.2 Перевірочний розрахунок потужності електрообладнання для стандартного технологічного обладнання з урахуванням режиму роботи по прийнятій технології**

Розрахунок проводимо для уклінного гноєзбирального транспортеру.

Визначаємо продуктивність транспортеру по формулі:

$$Q = K_{\alpha} \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot B \cdot H \cdot v \quad (6.1)$$

де:  $K_\alpha$  - коефіцієнт, який враховує ступень завантаження скребків в залежності від кута уклону транспортеру до горизонту, при  $\alpha = 30$  град.  $K_\alpha = 0,99$ ;

$\varphi$  - коефіцієнт завантаження;  $\varphi = 0,6$ ;

$\gamma$  - насипна щільність вантажу,  $\text{кг/м}^3$ ; для гною  $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;

$B$  - довжина скребка, м;  $B = 0,17$  м;

$H$  - висота скребка, м;  $H = 0,15$  м;

$v$  - швидкість руху скребків, м/с;  $v = 0,68$  м/с.

$$Q = 0,99 * 0,6 * 1000 * 0,17 * 0,15 * 0,68 = 10,29 \text{ кг/с}$$

Потужність, яка необхідна для приводу транспортера визначаємо по формулі:

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot (H_{\text{п}} + f_c \cdot L \cdot \cos \alpha) \cdot \eta_{\text{п}}^{-1} \quad (6.2)$$

де:  $Q$  - продуктивність транспортера,  $\text{кг/с}$ ;

$H_{\text{п}}$  - висота під'єму вантажу, м;

$f_c$  - коефіцієнт опору руху;

$L$  - довжина транспортера, м;  $L = 5,0$  м;

$\alpha$  - кут уклону транспортера, град.;

$\eta_{\text{п}}$  - к.к.д. передачі від двигуна до транспортеру,  $\eta_{\text{п}} = 0,5$ .

$$Q = 9,81 * 10,29 * (2,5 + 1,05 * 5,0 * 0,87) / 0,5 = 1,43 \text{ кВт}$$

Потужність приводного електродвигуна обираємо по умові:

$$P_{\text{дв}} > P \quad (6.3)$$

По довідниковій літературі обираємо двигун 4AM90L6CYI з паспортними даними:  $P_{\text{н}} = 1,5 \text{ кВт}$ ;  $n_{\text{н}} = 940 \text{ об./хв.}$ ;  $\cos \varphi_{\text{н}} = 0,74$ ;  $\eta_{\text{н}} = 0,73$ ;  $I_{\text{н}} = 4,1 \text{ А}$ ;  $K_i = 5,0$ .  
Режим роботи тривалий.

Перевіряємо обраний двигун по наступним умовам:

1) по умові пуску:

$$M_{\text{пдв}} \geq M_{\text{тр.т}} \quad (6.4)$$

де:  $M_{\text{пдв}}$  ,  $M_{\text{тр.т}}$  - відповідно , пускові моменти електродвигуна та транспортера, Н·м

$$M_{\text{пдв}} = M_{\text{н}} \cdot \mu_{\text{п}} \cdot K_{\text{у}}^2 \quad (6.5)$$

де:  $M_{\text{н}}$  - номінальний момент двигуна, Нм;

$\mu_{\text{п}}$  - кратність пускового моменту;  $\mu_{\text{п}} = 2,0$ ;

$K_{\text{у}}$  - коефіцієнт, який враховує можливість зниження напруги мережі;  
 $K_{\text{у}}=0,81$ ;

$$M_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{\omega_{\text{н}}}, \quad (6.6)$$

де:  $P_{\text{н}}$  - номінальна потужність двигуна, Вт;

$\omega_{\text{н}}$  - номінальна кутова швидкість,  $\text{C}^{-1}$ ;  $\omega_{\text{н}} = 0,105 \text{ п}_{\text{н}}$ ;

$$M_{\text{н}} = \frac{1500}{0,105 \times 940} = 15,2 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{пдв}} = 15,2 \cdot 2,0 \cdot 0,81 = 24,62 \text{ Нм};$$

Визначаємо момент опору  $M_{\text{сн}}$  транспортера:

$$M_{\text{сн}} = \frac{P}{\omega_{\text{н}}}, \quad (6.7)$$

де:  $P$  - потужність, яка необхідна для приводу транспортера, Вт;

$\omega_{\text{н}}$  - номінальна кутова швидкість,  $\text{с}^{-1}$ ;

$$M_{\text{сн}} = \frac{1430}{0,105 \times 940} = 14,4 \text{ Нм};$$

Момент початку руху  $M_{\text{тр.т}}$  визначаємо по:

$$M_{\text{тр.т}} = (0,2 \dots 0,3) M_{\text{сн}} \quad (6.8)$$

$$M_{\text{тр.т}} = 0,3 \cdot 14,4 = 4,33 \text{ Нм}$$

Так як  $M_{\text{пдв}} > M_{\text{тр.т}}$  ( $24,62 > 4,33$ ) то дана умова виконується.

2) по перевантажувальній можливості:

$$M_{\text{max дв}} \geq M_{\text{max т}} \quad (6.9)$$

де:  $M_{\text{max дв}}$  та  $M_{\text{max т}}$  - максимальні моменти опору двигуна і транспортера, відповідно, Нм;

$$M_{\text{max дв}} = M_{\text{н}} \cdot \mu_{\text{max}} \cdot K_{\text{ц}}^2 \quad (6.10)$$

де:  $\mu_{\text{max}}$  - кратність максимального моменту двигуна ;  $\mu_{\text{max}} = 2,2$

$$M_{\text{max дв}} = 15,2 \cdot 2,2 \cdot 0,81 = 27,1 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{max т}} = K_{\text{max}} \cdot M_{\text{сн}} \quad (6.11)$$

де:  $K_{\text{max}}$  - кратність максимального моменту опору транспортера;  $K_{\text{max}} = 1,8$ ;

$$M_{\text{max т}} = 1,8 \cdot 14,4 = 25,9 \text{ Нм}$$

Так як  $M_{\text{max дв}} > M_{\text{max т}}$  то двигун по даній умові проходить.

Похилий транспортер запускається в роботу перед запуском горизонтального транспортера, тобто він запускається на холостому ходу. Тому перевірку двигуна за умовою мінімального моменту виконувати не має сенсу.

Обраний електродвигун підходить і по кліматичному виконанню СУ (сільськогосподарського призначення, для помірного клімату) та категорії розміщення - на відкритому повітрі. Паспортні дані двигуна заносяться в таблицю.

### **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ**

1. В чому полягає методика розрахунку силового обладнання ?
2. По яким критеріям обирається стандартне силове електрообладнання ?
3. По яким критеріям обирається нестандартне силове електрообладнання ?
4. Умови вибору привідного електродвигуна ?
5. По яким умовам перевіряється обраний електродвигун?

## ТЕМА 7. «ПРОЕКТУВАННЯ ВНУТРІШНІХ ЦЕХОВИХ МЕРЕЖ»

**МЕТА ЛЕКЦІЇ:** *Надати студентам відомості щодо методів та принципів проектування внутрішніх цехових мереж, методики розрахунку та проводів*

### План

7.1 Загальні вимоги

7.2 Визначення розрахункових навантажень та вибір марки і перерізу проводів радіальних мереж

7.3 Визначення розрахункових навантажень та вибір марки і перерізу проводів магістральних мереж

7.4 Визначення розрахункових навантажень та вибір марки і перерізу проводів вводу

7.5 Перелік літератури по наведеним питанням

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

#### 7.1 Загальні вимоги

Загальні вимоги до вибору схеми живлення електроприймачів внутрішньої цехової мережі зводиться до рекомендацій, які розглянуті у лекції 1, з урахуванням наступних вимог:

- внутрішні силові провідники повинні бути надійними;
- зручними та доступними для експлуатації;
- мінімальної довжини;
- відповідати умовам зовнішнього середовища.

Алгоритм складання внутрішньої цехової мережі полягає в наступному:

1. Після вибору електросилового обладнання для технологічних машин визначають групи електроприймачів, які живляться від однієї шафи керування.

2. Визначають кількість шаф керування

3. Визначають кількість електроприймачів, які отримують живлення по окремим мережам

4. Визначають кількість шаф системи освітлення

5. Визначають кількість силових розподільних шаф та панелей, від яких передбачено живлення шаф керування

6. Складають розрахункову схему внутрішньої цехової мережі (див. рис. 7.1)

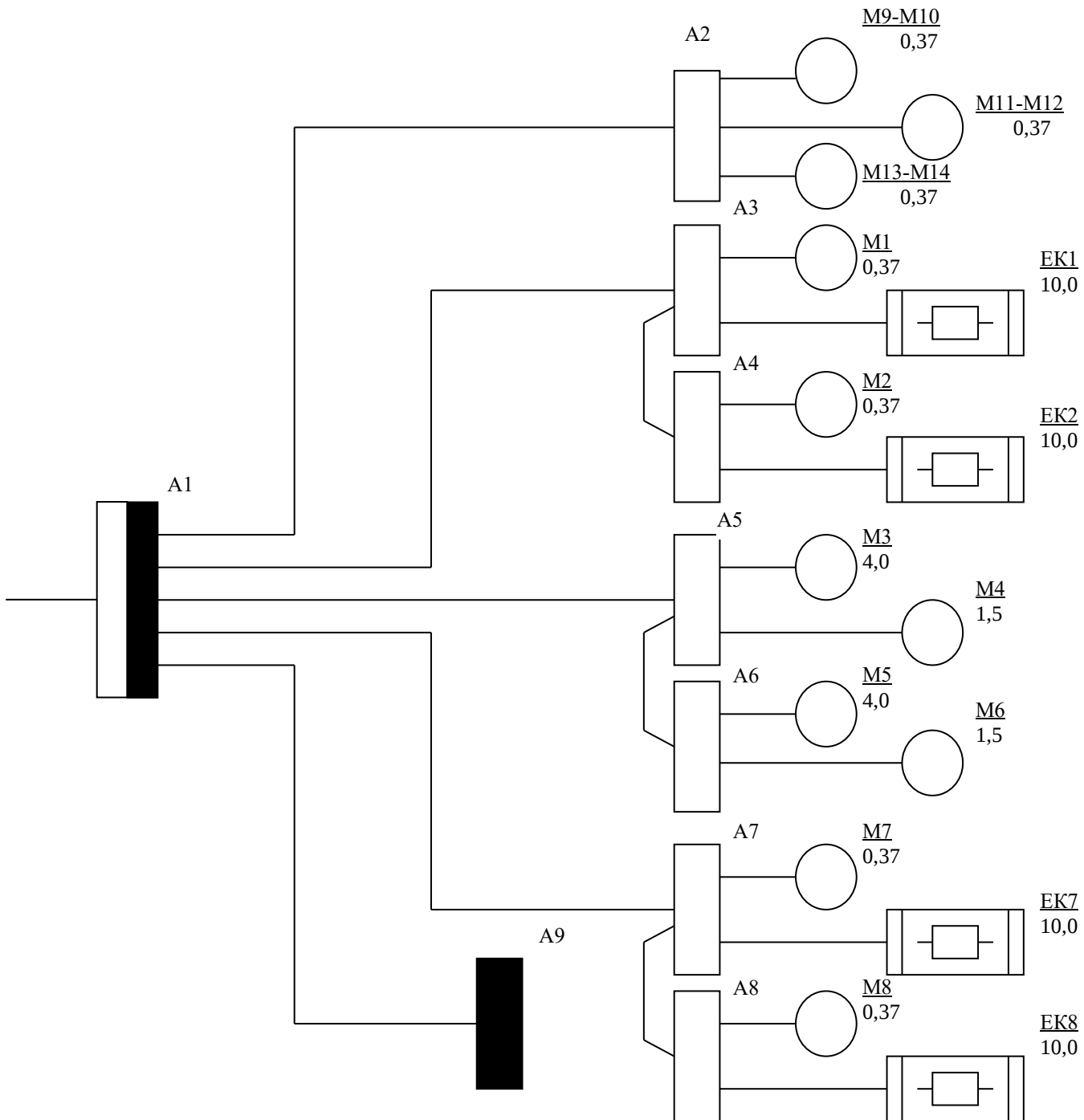


Рисунок 7.1 - Схема живлення силових електроприймачів корівника

## 7.2 Визначення розрахункових навантажень та вибір марки і перерізу проводів радіальних мереж

За розрахункові значення струмів цих мереж, як правило, приймаються їх номінальні струми.

Для однофазних електроприймачів номінальні струми становлять:

$$I_p = I_n = \frac{P_n}{U_n \cdot \cos \varphi_n} \quad (7.1)$$

де  $P_n$  – номінальна потужність, Вт;

$U_n$  – номінальна напруга, В;

$\cos \varphi$  – номінальний коефіцієнт потужності, в.о.

Для трьохфазних електроприймачів:

$$I_p = I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta_n \cdot \cos \varphi_n} \quad (7.2)$$

де  $\eta$  – номінальний к.к.д. АД.

Асинхронні електродвигуни в сільському господарстві рідко експлуатуються з номінальним завантаженням, тому в практиці розрахунків електричних навантажень використовують **коефіцієнт завантаження**, який представляє собою відношення фактичної споживаної активної потужності до встановленої потужності електродвигуна. З урахуванням коефіцієнту завантаження, який зазвичай позначається, як  $\kappa_3$ , розрахунковий струм знаходять за наступною формулою:

$$I_p = \kappa_3 \cdot I_n = \frac{\kappa_3 \cdot P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta_n \cdot \cos \varphi_n} \quad (7.3)$$

Значення коефіцієнтів завантаження деяких сільськогосподарських машин та механізмів приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7. 1 - Коефіцієнти завантаження сільськогосподарських машин та механізмів.

| Найменування електроприймачів                | $K_3$   |
|----------------------------------------------|---------|
| Кормоприготувальні машини для:               |         |
| подрібнення зернових                         | 0,8     |
| подрібнення соковитих кормів та коренеплодів | 0,6     |
| подрібнення грубих кормів                    | 0,5     |
| Транспортери:                                |         |
| Скребкові                                    | 0,7     |
| шнекові                                      | 0,4     |
| Змішувачі кормів                             | 0,6     |
| Кормороздавачі                               | 0,5     |
| Доїльні установки                            | 0,8     |
| Вентилятори                                  | 0,6-0,8 |
| Гноєзбиральні транспортери                   | 0,5     |
| Насоси, компресори                           | 0,7     |
| Нагрівальні установки                        | 1,0     |
| Освітлювальні установки                      | 1,0     |

**Примітка.** При визначенні розрахункових навантажень освітлювальних установок використовують вираз (7.1), а в якості розрахункової потужності приймають:

- для ламп розжарювання -  $P_p = P_{вст}$ , де  $P_{вст}$  - встановлена потужність освітлювального електроприймача;
- для люмінесцентних ламп:
  - а) зі стартерними схемами -  $P_p = 1,2P_{вст}$ ;
  - б) з безстартерними схемами -  $P_p = 1,3P_{вст}$ ;
  - в) для ламп типу ДРЛ -  $P_p = 1,1P_{вст}$ .

Провода для внутрішньої силової електричної мережі вибирають по тривало допустимому струму нагріву по умови:

$$I_{дл. доп.} \geq I_{расч.} \quad (7.4)$$

де:  $I_{\text{дл. доп.}}$  та  $I_{\text{расч.}}$  – відповідно тривалий допустимий і розрахунковий струми, А.

При визначенні  $I_{\text{дл. доп.}}$  необхідно враховувати матеріал проводу, кількість проводів, спосіб прокладки. Для здійснення живлення струмоприймачів **М 1** і **М 2** вибрані алюмінієві одвожильні проводи марки АПВ. Розрахунковий струм мережі визначається за формулою 10.2:

$$I_p = I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta_n \cdot \cos \varphi_n}$$

$$I_{\text{расч}} = \frac{4,0}{1,73 \times 0,38 \times 0,82 \times 0,81} = 9,16 \text{ А}$$

По довідниковій літературі визначаємо найближче значення перерізу провідника по умові 10.4:  $S = 2,5 \text{ мм}^2$ ;  $I_{\text{дл. доп}} = 19 \text{ А}$

Аналогічно ведемо розрахунок для силової мережі, яка живить електродвигун приводу уклінного транспортера **М2**.

### 7.3 Визначення розрахункових навантажень та вибір марки і перерізу проводів магістральних мереж

Визначаємо розрахунковий струм  $I_{\text{м. расч.}}$  магістральної ділянки між шафами А2 і А1:

$$I_{\text{м. расч}} = K_o \sum I_{\text{расч}}, \quad (7.5)$$

де:  $K_o$  - коефіцієнт одночасності;  $K_o = 1$ .

$$I_{\text{м. расч}} = 1,0 ( 9,16 + 3,43 ) = 12,6 \text{ А}$$

Обирається спосіб прокладки (наприклад, в трубах, які прокладені по стіні). Обирається кількість проводів (4), марка проводу – АПВ). По довідниковій літературі вибираємо АПВ - 2,5;  $I_{\text{дл. доп}} = 19 \text{ А}$ .

Результати розрахунків заносяться на схему силової розподільчої мережі.

## 7.4 Визначення розрахункових навантажень та вибір марки і перерізу проводів вводу

Визначаємо розрахунковий струм  $I_{в. \text{ расч.}}$  Вводу до шафи А1:

$$I_{в. \text{ расч.}} = K_o \sum I_{м. \text{ расч.}}, \quad (7.6)$$

де:  $K_o$  - коефіцієнт одночасності;  $K_o = 0,8$ .

$$\sum I_{м. \text{ расч.}} = 0,8 (12,6 + 2,1 + 2,1 + 12,6 + 9,1) = 30,8 \text{ А}$$

Обирається спосіб прокладки (наприклад, в трубах, які прокладені під підлогою). Обирається кількість проводів (4), марка проводу – кабель АВРГ). По довідниковій літературі вибираємо АВРГ- 4х 4,0;  $I_{дл. \text{ доп}} = 28\text{А}$ ).

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. В чому полягає методика розрахунку навантажень радіальних мереж?
2. В чому полягає методика розрахунку навантажень магістральних мереж?
3. В чому полягає методика розрахунку навантажень вводу?
4. Методика розрахунку перерізу та вибору марки проводу?
5. По якому критерію обирається переріз проводу?

## ТЕМА 8. «ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ»

**МЕТА ЛЕКЦІЇ:** *Надати студентам уяву про методика проектування систем автоматизації, аналізу стану об'єкту автоматизації та технологічних процесів на об'єкті*

### План

- 8.1. Загальні вимоги до схем автоматизації.
- 8.2. Оцінка стану та рівня автоматизації на підприємстві
- 8.3. Обґрунтування шляхів автоматизації технологічних процесів

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

#### **8.1. Загальні вимоги до схем автоматизації.**

Для розвитку тієї чи іншої галузі сільськогосподарського виробництва можуть бути потрібно нове будівництво або його розширення, реконструкція та технічне переоснащення існуючих виробничих об'єктів, що потребує вирішення питань, які пов'язані з автоматизацією технологічних процесів виробництва.

Загальні відомості про підприємство, в яке входить об'єкт, що проектується, включає у собі: найменування підприємства; його точна адреса; найменування населених пунктів та відділень, району та області, в яких розташовані виробничі об'єкти сільгосппідприємства та проектований об'єкт; основні напрямки діяльності підприємства. В залежності від напряму розвитку підприємства виконується або проект автоматизації процесів, або реконструкція існуючих систем автоматизації.

В рослинництві можуть бути автоматизовані наступні технологічні процеси:

1. очищення та сортування зерна;
2. сушки зерна, його транспортування;
3. активного вентилявання зерна;
4. поливу ґрунту;
5. уход за рослинами (освітлення і опромінення)
6. підтримка заданих параметрів мікроклімату;

У тваринництві автоматизації підлягають такі процеси як :

1. годування тварин, птиці;
2. видалення гною, його утилізація;
3. доїння;
4. обробка і переробка молока;
5. підтримка заданих параметрів мікроклімату; (загальне з рослинництвом);
6. збір, транспортування, обробка, упаковка яєць (птахоферма)
7. холодне (насосні станції) та гаряче водопостачання;

В кормовиробництві автоматизації підлягають наступні технологічні процеси і операції:

1. приготування трав'яної муки;
2. процес гранулювання та брикетування кормів;
3. обробка і приготування кормів і кормових сумішей (мийка, роздріблення, запарювання, змішування, варка), дріжджування;
4. дозування кормів.

В с.г. виробництві, для підтримки в справному стані с.г.машин і агрегатів, іншої мобільної техніки (машини, трактори, комбайни) значну роль виконують ремонтні майстерні. Автоматизації в них підлягають наступні технологічні операції і процеси:

1. діагностування с.г.техніки;
2. обкатки автотракторних двигунів;
3. зварювання;
4. гальваніки;
5. під'єму та переміщенню механізмів і агрегатів;
6. освітлення, вентиляція, гаряче водопостачання.

## **8.2 Оцінка стану та рівня автоматизації на підприємстві**

В даному випадку для проведення аналізу необхідно отримати наступні дані.

При аналізі рівня автоматизації виробничих процесів використовують наступні дані: опис технологічного процесу по кожній операції, основних машин і механізмів, їх приводу з вказівкою потужності, способу та діапазону регулювання; наявності і стану технічних засобів автоматизації, які використовуються; діапазони

зміни керованих параметрів, точність їх установки; дані по операціям, які викликають часті зупинки, вихід з ладу обладнання, зниження якості продукції, затримують збільшення продуктивності, потребують найбільших витрат труда та енергії.

Велике значення для вибору засобів та систем автоматики, для об'єкту, що реконструюється, можуть мати матеріали по надійності обладнання і засобів управління, а також аналіз причин виходу їх із ладу.

Для виконання курсових або дипломних проектів, всі дані, які збирає студент у період проходження практики, оформляються у вигляді звіту, який завіряє керівник підприємства. Зібрані студентом матеріали повинні мати достатні вихідні дані для виконання дипломного проекту та увійти в проект як його складова частина.

### **8.3. Обґрунтування шляхів автоматизації технологічних процесів**

В результаті аналізу стану об'єкту проектування роблять висновки і готують пропозиції по проекту його автоматизації. Висновки включають у себе наступні відомості:

- 1) про забезпечення об'єкту електричною енергією і можливості використання існуючих джерел; про необхідність будови нових (додаткових) джерел електричної енергії;
- 2) про стан електрообладнання, його новини, надійності роботи, заключення про його подальше використання або необхідності заміни;
- 3) про рівень автоматизації технологічних процесів, стан технічних засобів автоматики, причинах і частоті виходу їх із ладу;
- 4) про ступень автоматизації систем, можливості їх використання для нових об'єктів, що проектуються;
- 5) про організацію охорони праці на підприємстві та безпеку його життєдіяльності та ін..

На підставі висновків даються рекомендації, пропозиції по розробці проекту автоматизації виробничого об'єкту, які визначають:

- 1) на яких питаннях зосередити увагу проектувальників при розробці проекту;
- 2) кола автоматизації по економії палива і енергії, розробтки енергозберігаючих систем управління;
- 3) яким чином можна знизити трудомісткість окремих операцій;
- 4) способи використання існуючих комунікацій.

Аналіз стану та рівня автоматизації на с.г. підприємстві або його підрозділу завершують конкретним вибором об'єкта автоматизації, яким може бути технологічний процес, операція, агрегат або машина, поточна лінія. В окремих випадках аналіз приводить до обґрунтування необхідності розробки пристрою або технічного засобу.

### **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ**

1. Назвіть основні складові аналізу стану об'єкту проектування.
2. Методика аналізу стану автоматизації об'єкту?
3. Назвіть основні складові вихідних даних для проектування.
4. З яких позицій розглядається необхідність автоматизації виробничого об'єкту?
5. Назвіть основні складові частини проекту автоматизації сільськогосподарського виробничого об'єкту?

## Навчально-методична література

### Підручники, посібники

1. Проектирование комплексной электрификации. / Под ред.. Л.Г.Прищепы. М.:Колос, 1983. -271 с.
2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие/ А.С.Клюев, Б.В.Глазов и др.; Под ред.. А.С.Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990,-464 с.
3. Пушкар, М.С. Проектування систем автоматизації : навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.
4. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І.І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К. : НМЦ мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с.
5. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Загальні питання проектування / В.Ф. Яковлев, Ю.М. Куценко, С.О. Квітка, Ю.О. Богатирьов ; за загальною редакцією професора В.Ф. Яковлева. – Мелітополь, 2010. – 117 с.
6. Проектування систем електропостачання в АПК : навч. посібник / С. О. Єрмолаєв, В. Ф. Яковлев, В. О. Мунтян [та ін.]. – Мелітополь : Люкс, 2009. – 568 с.
7. Електричне освітлення та опромінення: навчальний посібник для студентів вищ. Навч. Закл. /Р.В. Кушлик, В.Ф.Яковлев, Ю.М.Куценко, М.Л.Лисиченко, П.М.Кунденко, Ю.М.Федюшко – Х: ТОВ «Планета-прінт», 2016. – 332 с.
8. Водяников В.Т. Экономическая оценка проектных решений в энергетике АПК. – М.: Колос, 2008. – 263 с.

### Інші джерела

14. Дистанційний курс з дисципліни «Основи проектування енергетичних об'єктів АПК» в середовищі Moodle / [Электронный ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=2090>.

**ДЛЯ НОТАТОК**

[illegible]

Яковлєв Валерій Федорович

Савойський Олександр Юрійович

Лисенко Віта Василівна

# **ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ АПК**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

для здобувачів вищої освіти 4 та 2 с.т. курсів спеціальності  
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
першого рівня вищої освіти  
ступеня вищої освіти «Бакалавр»

Суми, Сумський національний аграрний університет, вул. Герасима Кондратьєва 160.

---

Підписано до друку: \_\_\_\_\_ 2022 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж \_\_\_\_\_ примірників

Замовлення

Ум. друк. арк. 2,5

---