Державний біотехнологічний університет

Навчально – науковий інститут «Кіберпорт»

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Система автоматизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику

(тема)

Виконав:
студент IV курсу, групи 151-20б-02
Черв'як І. В.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(повна назва освітньої програми)

Керівник: ас. Панов А. О.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри АКІТ _____ Демченко К. В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

2024 р.

Державний біотехнологічний університет

Факультет Навчально – науковий інститут «Кіберпорт»

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри _____
(підпис)
“ **08** ” вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студенту Черв’яку Ігорю Віталійовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи Система автоматизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику
затверджена наказом по університету від “ 02 ” лютого 2024_ р.№ 02-02/138
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 10 червня 2024 р.
3. Вхідні дані до роботи ДСТУ, ЕСКД, методичні вказівки з курсу «Автоматизовані системи керування технологічними процесами», «Проєктування систем програмного керування», «Системи автоматизованого проектування технологічних процесів», науково-технічна література, довідкова література, Інтернет.
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі Оглядовий аналіз системи роздачі кормів у кролятнику. Розробка алгоритмів програмно-логічного керування системи роздачі кормів у кролятнику. Вибір технічних засобів автоматизації системи керування роздачею кормів у кролятнику. Розробка структурної і принципової електричних схем системи керування процесом роздачі кормів у кролятнику. Розробка програмного забезпечення системи керування процесом роздачі кормів у кролятнику. Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) Актуальність теми, методи, кормороздавач стаціонарний РК-50, структурна схема роздавача кормів РК-50, алгоритм керування процесу роздачі кормів, вибір засобів автоматизації, структурна електрична схема керування процесом роздачі кормів у кролятнику, принципова електрична схема керування процесом роздачі кормів у кролятнику, прив'язка входів/виходів та розробка робочої програми, середовище розробки ПЗ, охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, апробація результатів, висновки

6. Консультанти розділів роботи (заповнюється за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Оглядовий аналіз системи роздачі кормів у		
	кролятнику	20.02.2024	виконав
2	Розробка алгоритму керування роздачі кормів		
	у кролятнику	09.03.2024	виконав
3	Вибір технічних засобів автоматизації	17.03.2024	виконав
4	Розробка структурної електричної схеми		
	керування процесом роздачі кормів	11.04.2024	виконав
5	Розробка принципової схеми керування		
	процесом роздачі кормів у кролятнику	01.05.2024	виконав
6	Розробка програмного забезпечення	10.05.2024	виконав
7	Охорона праці та безпеки у надзвичайних		
	ситуаціях	25.05.2024	виконав

Дата видачі завдання 08 вересня 2023 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ ас. Панов А. О.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 8
Вступ 9
1 оглядовий аналіз системи роздачі кормів у кролятнику 12
1.1 Аналіз процесу роздачі кормів у кролятнику 12
1.2 Сучасні системи роздачі кормів 16
1.3 Висновки 21
2 розробка автоматизованої системи керування роздачі кормів у кролятнику 22
2.1 Алгоритм керування процесу роздачі кормів 22
2.1 Висновки 24
3 технічні засоби автоматизації системи керування роздачею кормів у кролятнику 25
3.1 Вибір мікроконтролера 25
3.2 Опис та вибір датчиків та додаткових засобів автоматизації 29
3.3 Висновки 34
4 структурна електрична схема керування процесом роздачі кормів у кролятнику 35
4.1 Висновки 36
5 принципова електрична схема керування процесом роздачі кормів у кролятнику 37
5.1 Висновки 39
6 розробка програмного забезпечення системи керування процесом роздачі кормів 41
6.1 Середовище розробки ПЗ 41
6.2 Написання вхідних і вихідних сигналів 44
6.3 Розробка робочої програми 45

6.4 Висновки 46
7 охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях 47
7.1 Техніка безпеки у кролятнику 47
7.2 Висновки 50
Висновки 51
Перелік джерел посилання 55
ДОДАТОК А графічний матеріал кваліфікаційної роботи 60
ДОДАТОК Б публікації 68
ДОДАТОК в довідка з плагіату 75

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ПЛК – Програмований Логічний Контролер

МК – Мікроконтролер

HMI – Людино-машинний інтерфейс

SCADA – Система контролю та збору даних

USB – Універсальна послідовна шина

ПО – Програмне забезпечення

CAN – Контролер мережі

RAM – Випадковий доступний запам'ятовувальний пристрій

AC/DC – Перемінний/Постійний струм

NO/NC – Нормально відкритий/Нормально закритий

Вступ

Актуальність теми. Автоматизована система роздачі кормів веде до економії ресурсів та коштів. Вона оптимізує процес годівлі, економить корми, значно скорочує витрати на оплату праці. Завдяки точному й своєчасному дозуванню корму, система позитивно впливає на зростання й розвиток тварин, їхню репродуктивну функцію, що веде до збільшення рентабельності кролівництва. Автоматизація мінімізує людський фактор, виключає помилки при дозуванні, знижуючи ризики захворювань тварин та втрат врожаю. Сучасні системи автоматизованого керування процесом годівлі кролів використовують передові IT-рішення, дозволяючи здійснювати точний контроль за всім процесом. Використання таких систем веде до отримання м'яса й шкіри високої якості. Автоматизація полегшує працю тваринників, робить її більш безпечною. Автоматизована система роздачі кормів оптимізує процес годівлі, що знижує витрати кормів, навантаження на навколишнє середовище. Оптимізація процесу годівлі кролів дозволяє знизити викиди парникових газів з тваринницьких комплексів. Розробка й впровадження нових методів й алгоритмів автоматизованого керування процесом годівлі кролів, дослідження впливу таких систем на продуктивність тварин, екологічні та економічні показники кролівництва, розробка методичного забезпечення для проектування й впровадження таких систем – все це становить значний науковий інтерес.

Мета і завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є розробка та впровадження ефективної системи автоматизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику з метою оптимізації годівлі кролів та забезпечення максимального зростання та розвитку тварин. Для виконання даної мети потрібно вирішити такі завдання:

- провести оглядовий аналіз існуючих систем роздачі кормів у кролятниках з

метою визначення їхніх переваг та недоліків.

- розробити алгоритм керування процесом роздачі кормів, що базується на вимогах та особливостях годівлі кролів.
- вибір технічних засобів автоматизації, такі як мікроконтролери та датчики, для реалізації розробленої системи.
- розробити структурну та принципову електричну схеми керування процесом роздачі кормів, які відповідають вимогам ефективності та безпеки.
- розробити програмне забезпечення для системи керування процесом роздачі кормів, забезпечуючи точне та стабільне функціонування.
- впровадити заходи з охорони праці та безпеки для запобігання аварійних ситуацій та забезпечення безпеки працівників та тварин.
- написати висновки щодо ефективності та перспектив впровадження розробленої системи автоматизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику.

Об'єкт розробки – система автоматизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику.

Предмет розробки – розробка та впровадження програмного та апаратного забезпечення для автоматизованого керування процесом роздачі

кормів у кролятнику.

Методи. Дослідження та аналіз існуючих систем автоматизованого керування у тваринництві. Розробка схеми та вибір компонентів для створення апаратної частини системи, яка включає контролери, датчики та інші системи автоматизації. Проведення випробувань апаратної та програмної частини системи для перевірки їхньої працездатності та відповідності вимогам. Порівняння результатів роботи автоматизованої системи з традиційними методами керування процесом роздачі кормів для визначення ефективності та переваг використання автоматизації.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблена система автоматизованого керування дозволить оптимізувати процес роздачі кормів у кролятнику. Це допоможе зменшити витрати на корми, покращити раціон та забезпечити оптимальне харчування кролів, що призведе до підвищення продуктивності та якості м'яса та шкіри. Зменшення ризиків та витрат, автоматизація процесу роздачі кормів дозволить уникнути помилок, пов'язаних з людським фактором, і знизити ризики захворювань кролів. Підвищення безпеки, застосування автоматизованої системи дозволить покращити умови праці тваринників, зменшити фізичні навантаження та ризики травматизму. Збільшення конкурентоспроможності, впровадження сучасних технологій у кролівництво дозволить підвищити рівень конкурентоспроможності господарства на ринку. Автоматизація процесу годівлі допоможе збільшити виробничі показники та знизити витрати, що є важливим фактором для успішного розвитку сільськогосподарського бізнесу.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження були оприлюднені на XX-му міжнародному форумі молоді «Молодість і індустрія 4.0 в XXI столітті» та на міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Інформаційні технології у сучасному світі».

Публікації.

1 Черв’як І. В., Панов А. О. / Дослідження системи автоматизованого

керування процесом роздачі кормів у кролятнику / Матеріали XX міжнародного форуму молоді «Молодість і індустрія 4.0 в XXI столітті». – Харків:ДБТУ, 2024 – С. 260.

2 Панов А. О., Черв’як І. В. / Розробка алгоритму керування процесом роздачі кормів у кролятнику / Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Інформаційні технології у сучасному світі», 22 квітня 2024 р. / Державний біотехнологічний ун-т. – Харків, 2024. – С. 55-57.

1 ОГЛЯДОВИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМИ РОЗДАЧІ КОРМІВ У КРОЛЯТНИКУ

1.1 Аналіз процесу роздачі кормів у кролятнику

Аналізуючи процес роздачі кормів у кролятнику можна сказати що він є ключовим аспектом управління годівлею молодняка кролів. Він вимагає врахування ряду аспектів для забезпечення оптимального росту та здоров'я кролят [5].

1 Забезпечення якісних кормів є важливою передумовою успішного вирощування кролят. Врахування вікових та фізіологічних потреб гарантує оптимальний розвиток.

2 Правильне розміщення кормівника сприяє легкості доступу для кролят, що може позитивно позначитися на їхній активності та апетиті.

3 Оптимальна частота годування визначається віком та потребами кролят. Регулярний графік годування допомагає підтримувати стійкий апетит та забезпечує належний ріст.

4 Кількість кормів у кормівнику. Регулюючи кількість кормів у кормівнику, можна уникнути переїдання або недоїдання. Це важливо для забезпечення збалансованого харчування та підтримки нормального фізіологічного розвитку.

5 Спостереження за кролятами. Спостереження за поведінкою кролят в процесі годування дозволяє виявляти будь-які проблеми та вчасно реагувати на них, забезпечуючи добробут та здоров'я тварин.

6 Гігієнічні заходи. Чистота кормівника та місця годування є важливою складовою для запобігання захворювань та забезпечення гігієнічних умов для кролят.

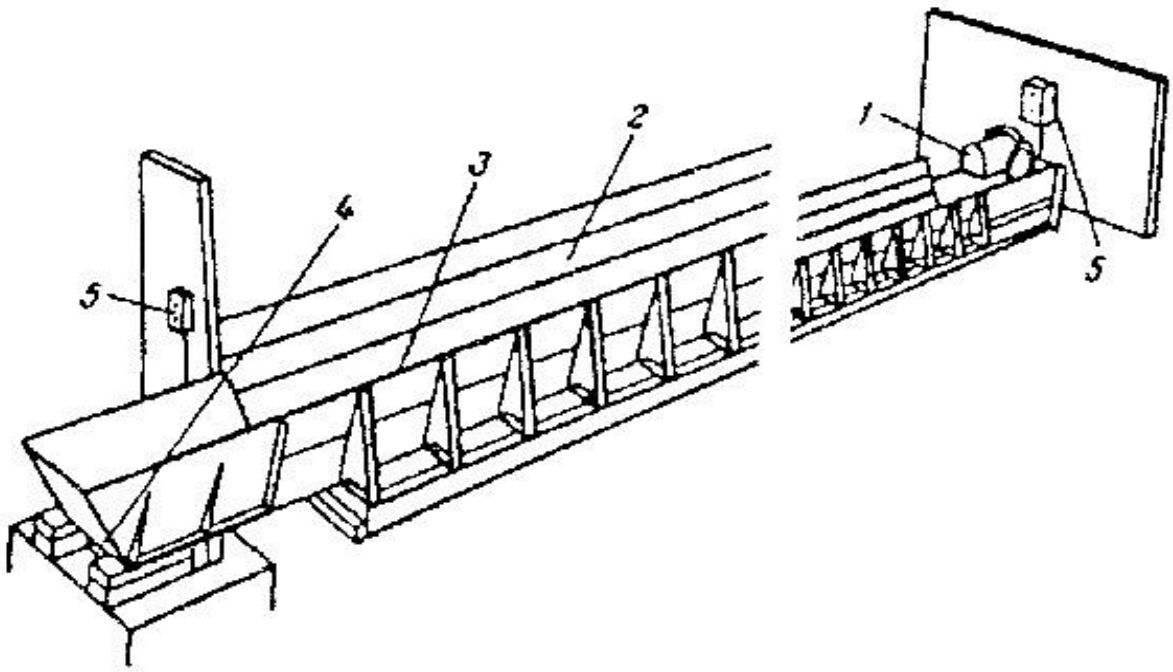
7 Контроль за здоров'ям. Систематичний контроль за здоров'ям кролят допомагає вчасно виявляти можливі захворювання та приймати

необхідні заходи.

8 Корекція раціону. Адаптація раціону відповідно до вікових груп та зміна складу дозволяє підтримувати оптимальні умови годівлі для різних етапів росту кролят.

Ланцюгово-скребкові транспортери розповсюджені на фермах для роздавання сухих концентрованих, грубих та соковитих кормів, вологих мішанок. Переваги цих транспортерів – простота конструкції, можливість подачі кормів під кутом до горизонту та реверсування напрямку. Основні недоліки ланцюгово-скребкових транспортерів – перетирання корму в процесі транспортування, великий опір від тертя корму по стінкам жолоба, швидке зношування деталей (тягового органу – ланцюга і скребків жолоба).

Транспортер-роздавач ТВК-80Б (рис. 1.1) призначений для роздавання різних кормів [3].

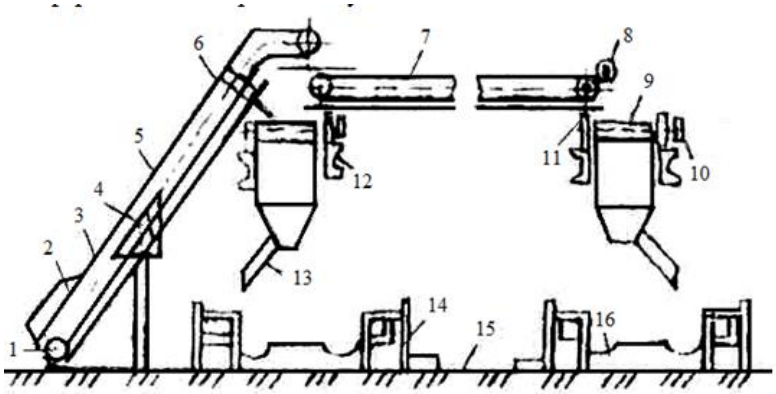


1 – привод; 2 – жолоб кормовий; 3 – робочий орган; 4 – натяжна станція з бункером; 5 – пульт керування

Рисунок 1.1 – Транспортер-роздавач ТВК-80Б

Він являє собою розміщений всередині годівниць скребково-ланцюговий конвеєр і складається з привода 1, жолоба 2, робочого органа 3, натяжної станції 4 із завантажувальним бункером та пультом керування 5. Транспортер ТВК-80Б встановлюється в тваринницьких приміщеннях і працює від електромережі. Робочий орган має дві частини, однакові по довжині: стрічку і ланцюг. Корм з бункера поступає у кормовий жолоб на стрічці, яка переміщується вздовж його. При заповненні останнього кормового місця ланцюг зі стрічкою автоматично зупиняється. При закінченні годівля при холостому ході ланцюга зі стрічкою жолоб очищується, залишки відкидаються в приямок. Працює транспортер-роздавач в напівавтоматичному режимі.

Кормороздавач стаціонарний РК-50 (рис. 1.2) призначено для роздавання усіх видів подрібнених кормів на молочних і відгодівельних фермах [4].



1 – барабан; 2 - завантажувальний лоток; 3 – стрічка; 4 - натяжний пристрій; 5 - похилий транспортер; 6 – кронштейн; 7 - поперечний транспортер; 8 - привід поперечного транспортеру; 9 - транспортер-роздавач; 10 – коноїд; 12 – направляюча; 13 - поворотний напрямний лоток; 14 – ролик; 15 – стійла; 16 - гнойовий прохід

Рисунок 1.2 - Схема роздавача кормів РК-50

Роздавач кормів РК-50 з стрічковим транспортером над годівницею поставляється у двох варіантах: на 100 голів з одним транспортером-роздавачем і на 200 голів з двома транспортерами-роздавачами. Основними вузлами його є похилий 5 і поперечний 7 транспортери, один або два транспортера-роздавача 9 і шафа керування. Усі транспортери обладнанні індивідуальними електроприводами (рис. 1.3) [6-8].

Транспортер-роздавач представляє собою рухомий стрічковий конвеєр, довжина якого дорівнює половині довжини годівниці, який пересувається по направляючих, що встановлені вздовж осі кормового проходу на висоті 1,6-2,1м.

Рух транспортера здійснюється за допомогою коноїдних барабанів, на які намотано по два витки натягнутого вздовж направляючих сталевого троса. Швидкість роздавача регулюється зміною шестерень у передачі і може мати такі значення: 0,13; 0,15; 0,17; 0,20; 0,23 м/с. Швидкість руху стрічки постійна і дорівнює 1,3 м/с.

Корм, що потрапляє в приймальну воронку похилого транспортера із мобільного роздавача або кормоцеху, подається на поперечний транспортер, який розташовано горизонтально у центрі приміщення вище транспортерів-роздавачів.

Поперечний транспортер направляє потік на той або інший транспортер-роздавач. У початковому положенні останній розташовується по одну сторону від поперечного транспортера.

Рухаючись по напрямним у другу половину приміщення, транспортер-роздавач пересуває поступаючий на нього з поперечного транспортера корм і розподіляє його по довжині годівниці. За допомогою поворотного лотка корм може бути направлено у годівницю, розташовану або праворуч, або ліворуч від осі кормового проходу. Ширина кормового проходу не повинна перевищувати 1,4 м.

Рисунок 1.3 - Структурна схема роздавача кормів РК-50

1.2 Сучасні системи роздачі кормів

Зоотехнічні вимоги до кормороздавачів висувають такі зоотехнічні вимоги (рис. 1.4) [2]:

- рівномірність і точність роздавання корму, його дозування, особливо окремій тварині або групі тварин;
- запобігання забруднення корму і розшарування його по фракціях;
- запобігання травматизму тварин, електробезпека;
- відхилення від норми видачі для стеблових кормів допускається ± 15%, а для концентрованих кормів ± 5%;

- поверненні втрати корму не повинні перебільшувати ±1%, а неповерненні не допускаються;
- тривалість операції роздавання корму в одному приміщенні не повинно бути більше ніж 30 хвилин при використанні мобільних засобів і 20 хвилин при роздаванні стаціонарними кормороздавачами;
- кормороздавачі повинні бути універсальними (забезпечувати можливість видачі усіх видів кормів), мати високу продуктивність і передбачати регулювання норми видачі на голову ВРХ від мінімальної до максимальної:
- не утворювати зайвого шуму в приміщенні;
- легко відчищатися від залишків корму та інших забруднень:
- їх окупність не повинна перевищувати 2-х років;
- надійність у роботі (коефіцієнт готовності не менш 0,98) [2].

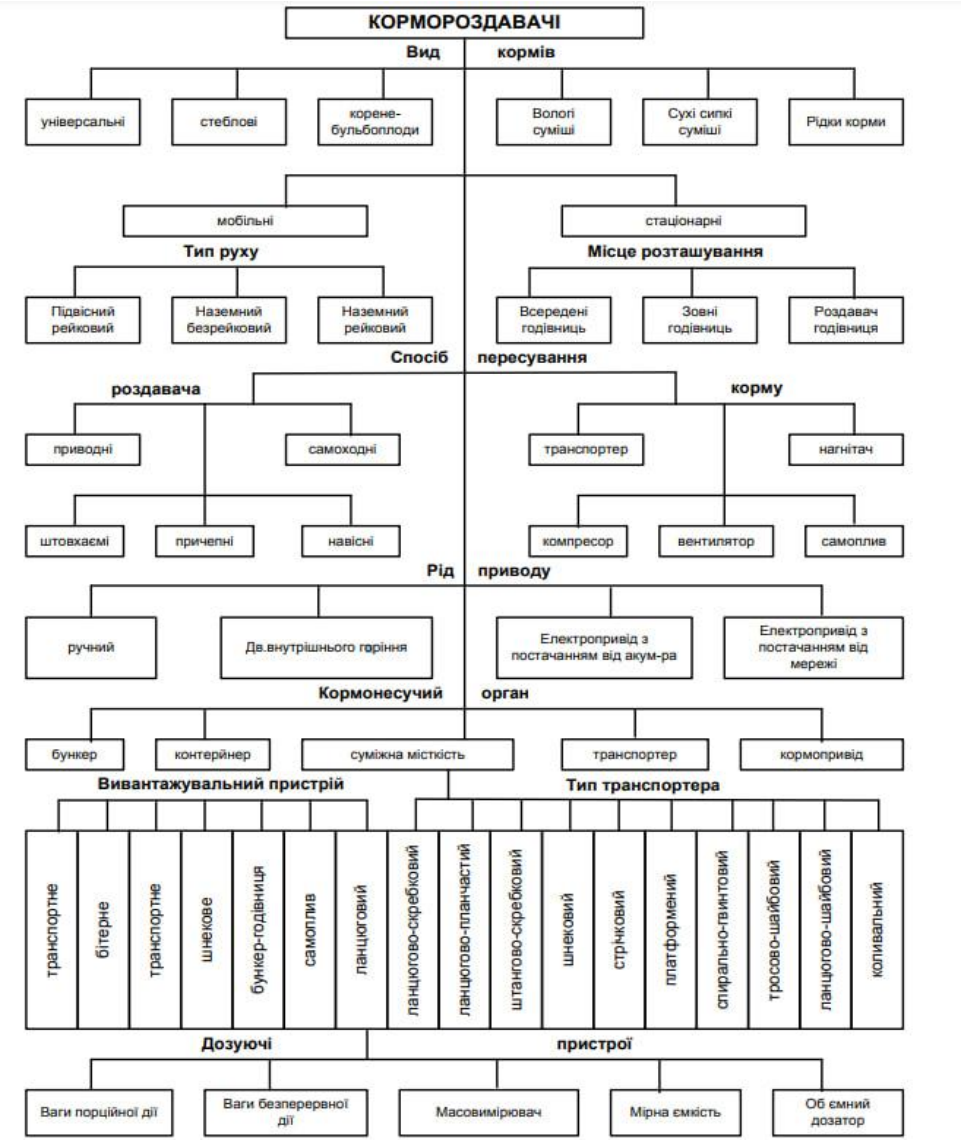


Рисунок 1.4 – Класифікація кормороздавачі (за розробкою В.Г. Коби)

Французька компанія Kuhn пропонує широкий асортимент змішувачів-кормороздавачів для тваринництва, включаючи моделі Euromix I серій 70 і 80. Моделі 70 (рис. 1.5) мають об’єм бункера від 8 до 27 м3, а моделі 80 – від 9 до 27 м3. Забезпечені вивантажувальним вікном із захисною заслінкою для запобігання втратам корму. Можливість роздавання корму на два боки для моделей 70. Моделі 80 дозволяють роздавати корм у вузьких приміщеннях. Використовується конвеєрна стрічка для рівномірного роздавання волокнистих кормів. Система зважування для точного дозування кормів. Шнеки з ножами для ефективного різання корму, з можливістю регулювання. Приводяться в дію від гідросистеми трактора [1].

Рисунок 1.5 – Машини Euromix I серії

Німецька компанія Strautmann [1] представляє два типи кормороздавачів-змішувачів: Verti-Mix з одним шнеком та Verti-Mix Double із двома. Змішувач Verti-Mix з одним шнеком (рис. 1.6). Особливість - унікальний змішувальний шнек Vario з регульованими ножами. Додаткове протягування шнека сприяє швидкому і рівномірному розподілу корму. Можливість встановлення одного або двох дозувальних заслінок. Кругла форма бункера для швидкого перемішування та зносостійкості. Змішувальний шнек є центральним елементом, існує опція дозування мінеральних добавок. Використання нержавіючої сталі для бункера для запобігання окисленню та зносу. Зменшення енерговитрат завдяки регульованим ножам у шнеках Vario. Встановлення пристроїв для видування соломи для всіх типів змішувачів.

Рисунок 1.6 – Verti-Mix з одним вертикальним змішувальним шнеком

Компанія Trioliet (Нідерланди) пропонує різні моделі змішувачів-кормороздавачів Solomix з різним об'ємом бункера та кількістю вертикальних шнеків (один, два, три). Змішувачів-кормороздавачів Solomix P з одним вертикальним шнеком (рис. 1.7). Виробничий асортимент включає моделі з об'ємами бункерів від 5 до 46 м3. Кожен шнек має конічну форму і опирається на міцні радіально-упорні роликові підшипники для зниження експлуатаційних витрат і забезпечення мінімального зносу. Подрібнення корму здійснюється протирізальними пластинами, регульованими вручну або гідравлічно.

Можливість роздавання корму ліворуч, праворуч, або обома напрямками одночасно. Вибір електричної схеми для регулювання швидкості

руху вивантажувального транспортера для автоматичного узгодження із швидкістю кормороздавача. Технологія Trioliet Straw Bedder для розкидання соломи з можливістю установки на відповідні моделі змішувачів. Система автоматичного зважування та можливість встановлення програмних вагових пристроїв із системою передачі даних для управління рецептами кормів.

Рисунок 1.7 – Змішувачів-кормороздавачів Solomix P

1.3 Висновки

У висновку можна сказати що аналіз процесу роздачі кормів у кролятнику підкреслив ключовий характер цього аспекту управління годівлею молодняка кролів. Ефективна підготовка кормів, правильне розміщення кормівника, частота годування, контроль за кількістю кормів та інші аспекти визначають оптимальний розвиток та здоров'я кролят. Гігієнічні заходи, спостереження за тваринами та корекція раціону також грають важливу роль у процесі годування.

Сучасні системи роздачі кормів, які пропонують компанії Kuhn, Strautmann і Trioliet, відзначаються високою технологічністю та інноваційністю. Вони враховують потреби та вимоги сучасного тваринництва, надаючи різноманітні та ефективні рішення для годування тварин.

Моделі змішувачів-кормороздавачів від Kuhn, Strautmann і Trioliet відрізняються за об'ємом бункера, механізмами роздачі кормів, системами зважування та додатковими функціями. Зокрема, використання нержавіючої сталі у бункерах Strautmann спрямоване на подовження терміну служби обладнання, а регульовані ножі у шнеках Vario від Strautmann зменшують енерговитрати.

Зазначені характеристики, такі як точність дозування, гнучкість конфігурації, системи зважування та інші, свідчать про високий рівень технічної вдосконаленості сучасних систем роздачі кормів. Ці рішення допомагають оптимізувати процес годування та забезпечують належний догляд за тваринами в аграрному виробництві.

2 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗДАЧІ КОРМІВ У КРОЛЯТНИКУ

2.1 Алгоритм керування процесу роздачі кормів

Алгоритм програмного управління (рис. 2.1) відпрацьовується таким чином [9-13]. Блок 2, кнопка Пуск подає сигнал на блок 3 (не має бути увімкненим), який передає сигнал на блок 4 (вмикається сирена про початок на 15 сек.). Далі вмикається барабан (блок 7) важлива частина системи, яка

відповідає за роздавання корму.

Барабан має спеціальну конструкцію для рівномірного перенесення корму, нижче перевіряється його робота (блок 8, якщо ні, то повертаємося до блоку 7), після, вмикається завантажувальний лоток, це місце, де корм завантажується в систему перед подальшим розподілом.

Потім вмикається похилий транспортер (Ця частина відповідає за переміщення корму вздовж системи) та перевіряється чи в роботі він (11 блок, якщо ні, вертаємося на 10 блок). Наступним буде блок 12, вмикання приводу поперечного транспортера це устрій, який переміщує корм в горизонтальному напрямку. та перевірка його роботи (блок 13) якщо ні, вертаємось на 12 блок.

Блок 14, транспортер роздавач, це ключовий вузол, який розподіляє корм у відповідності до програми, наступний – коноїд (механізм для переміщення транспортера-роздавача) та вмикання повторного напрямного лотка вона визначає шлях для корму під час його переміщення (блок 16), перевірка його роботи (блок 17), якщо ні, повертаємось до блоку 16.

Вмикання гнойового проходу який визначає шлях для відходів тварин у блоці 20 та перевірка його роботи у наступному (блок 21) в разі відсутності роботи, повертаємось до блоку 20.

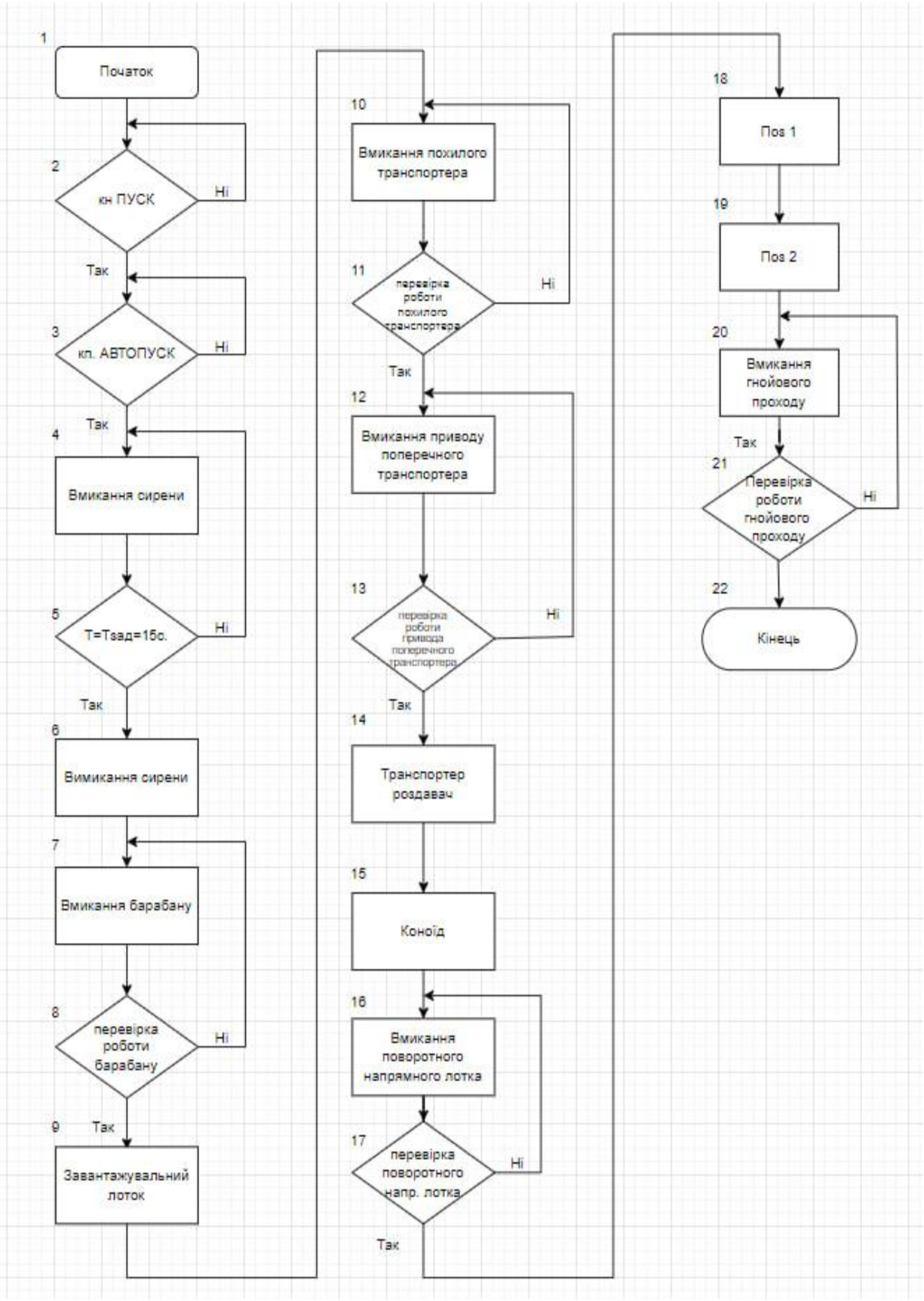


Рисунок 2.1 - Алгоритм керування процесу роздачі кормів

2.2 Висновки

Цей алгоритм дозволяє забезпечити ефективну роботу роздавача кормів, забезпечуючи точну та регулярну подачу кормів у годівниці, що сприяє належному розвитку тварин і підтримує їхнє здоров'я. Використання алгоритму керування також підвищує надійність роботи системи, оскільки він ретельно регулює кожен етап процесу роздачі кормів, що дозволяє уникнути несправностей та збоїв у роботі обладнання. Крім того, завдяки алгоритму керування можливо оптимізувати використання ресурсів, зменшуючи витрати на корми та енергію, необхідну для роботи роздавача, що сприяє підвищенню ефективності та економічності господарства. Цей алгоритм також володіє гнучкістю, оскільки його можна легко адаптувати до змінних умов господарства та потреб тварин, що забезпечує гнучкість управління процесом роздачі кормів. Отже, застосування алгоритму керування в системі роздавача кормів РК-50 є ключовим для забезпечення ефективності, надійності та оптимального використання ресурсів у сільськогосподарському виробництві.

3 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗДАЧЕЮ КОРМІВ У КРОЛЯТНИКУ

3.1 Вибір мікроконтролера

Модульний програмований логічний контролер XC300191080 (рис. 3.1), є компактним та гнучким засобом автоматизації, який забезпечує широкий спектр можливостей для впровадження різноманітних автоматизованих систем. XC300 - це рішення контролю від Eaton, яке відзначається потужністю та гнучкістю. Воно дозволяє інтеграторам та виробникам машин створювати компактні та сучасні системи автоматизації, використовуючи I/O систему XN300 та передові HMI панелі XV300. Широкий спектр функціональних можливостей та інтерфейсів дозволяє створювати компактні, високопродуктивні системи управління для модульної автоматизації [14, 15]. Наявність декількох Ethernet-інтерфейсів для з'єднання з різними мережами, а також CAN та RS485 інтерфейсів робить XC300 універсальним пристроєм для управління та комунікації для машин нового покоління. Три Ethernet порти дозволяють створювати складні топологічні схеми з врахуванням кібербезпеки, роблячи цю систему універсальною для різних застосувань. XC300 та XN300 у компактному дизайні забезпечать усі необхідні функції для побудови складної системи в обмеженому просторі. Швидкий монтаж забезпечується за допомогою втичних роз'ємів, що дозволяють значно зекономити час при підключенні кабелів, забезпечуючи водночас надійність та оперативність у використанні [16].

Підключення до різних мереж Ethernet забезпечує сегментовану архітектуру та спрощує захист від несанкціонованого доступу. Завдяки розділенню окремих мереж зв’язку, машин і SCADA систем, можливості забезпечення безпеки зв’язку і продуктивності можуть бути оптимально скоординовані.

Стандартні CAN-компоненти можуть інтегруватись в рішення автоматизації за допомогою двох додаткових CAN-інтерфейсів, один з яких ізольований. Є також чотири канали входів/виходів з власними джерелами живлення, які доповняють функції XC300, дозволяючи йому бути універсальним пунктом керування та зв’язку.

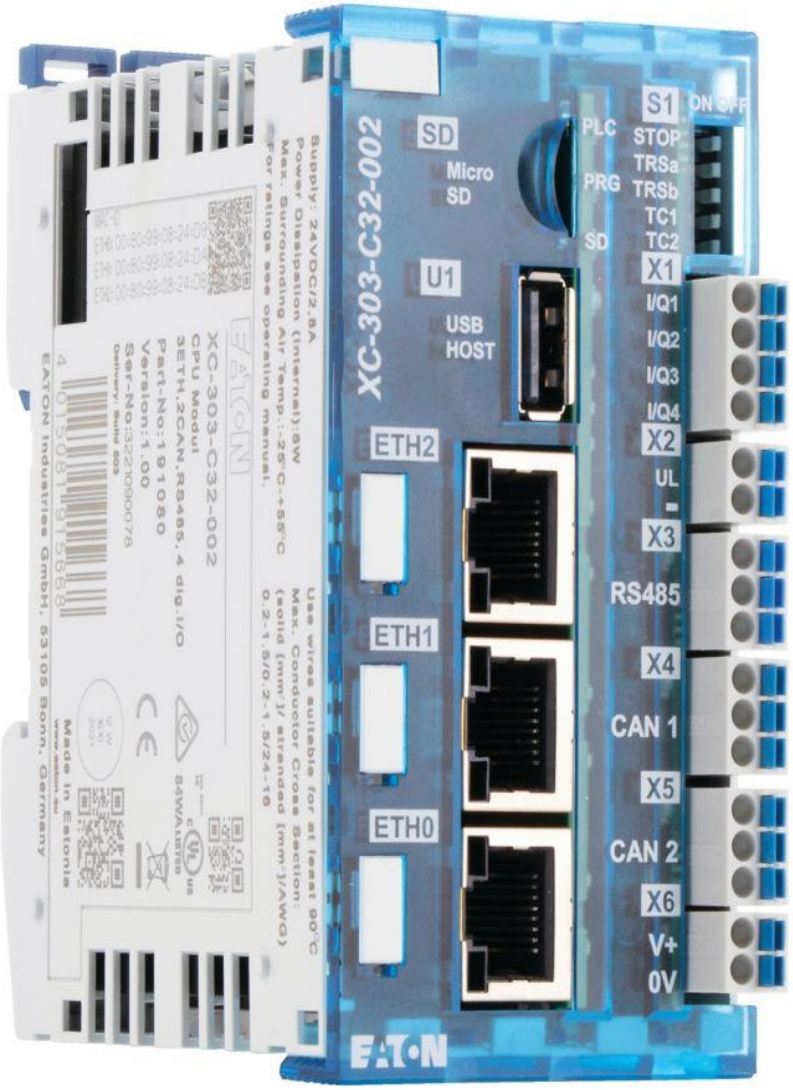


Рисунок 3.1 - Модульний програмований логічний контролер XC300191080

Розглянемо його переваги та недоліки.

Переваги:

- контролер XC300191080 є модульним, що означає, що ви можете розширювати його функціональність, додаючи додаткові модулі та інтерфейси. Це дає вам більшу гнучкість в плануванні та налаштуванні автоматизованих систем;
- однією з ключових переваг є можливість програмування контролера, дозволяючи створювати власні логічні схеми та алгоритми. Це дозволяє вам налаштувати контролер для вирішення конкретних завдань і вимог вашого проекту;
- підтримує різні типи вхідно-вихідних сигналів, що дозволяє підключати різноманітні датчики та пристрої. Це робить його універсальним рішенням для різних застосувань;
- завдяки вбудованій програмованій логіці та можливостям конфігурування, XC300191080 може забезпечити ефективне керування процесами автоматизації, зменшуючи необхідність в ручному втручанні та підвищуючи продуктивність.

Недоліки:

- вартість XC300191080 може бути

вищою порівняно з іншими контролерами, що може вплинути на доступність для деяких користувачів. Потрібно враховувати бюджет проекту при виборі контролера;

- хоча програмування дозволяє вам створювати складні логічні схеми, воно може вимагати додаткового часу та навичок для розробки та налагодження коду. Потрібно мати на увазі складність програмування при плануванні проекту;
- залежно від моделі та конфігурації, XC300191080 може мати обмежені ресурси, такі як об'єм пам'яті або кількість вхідно-вихідних портів. Це може обмежити можливості контролера при роботі з великими або складними системами.

Особливості комунікації XC-303-C32-002:

- світловий індикатор розташований зверху на передній панелі;
- є місце для маркування;
- micro SD та USB host для архівації та оновлення встановленого ПО;
- ETH 2: 10/100/1000 MBit Ethernet-інтерфейс для інтеграції у хмарні сервіси (у т.ч. SCADA);
- ETH 1: 10/100 Mbit Ethernet-інтерфейс для інтеграції у Інтернет речей (IoT);

- ETH 0: 10/100 Mbit Ethernet-інтерфейс для локальних мереж та I/O станцій;
- кріплення для монтажу на DIN-рейку;
- I/O з’єднувач шини для розширення вводу/виводу доступні до 32 елементів XN300;
- ПУСК/СТОП перемикач та перемикач резистора;
- чотири входи/виходи з функцією переживання та індивідуальним живленням;
- RS485 інтерфейс;
- два CAN і інтерфейси для надійного з’єднання важливих компонентів;
- вторичні роз’єми.
- Технічні характеристики пристрою:
- операційна система: Linux;
- процесор: ARM CORTEX 7 DUAL Core @ 960 МГц;
- внутрішня пам'ять: 512 МЖ оперативної пам'яті RAM / 128 МБ вбудованої флеш-пам'яті / 128 КБ енергонезалежної пам'яті NVRAM;
- зовнішня пам'ять: SD карта;
- програмування: CODESYS V3 (ПЛК і веб-візуалізація);
- годинник реального часу: доступні (ємнісні);
- кнопка ПУСК/СТОП: доступні.

3.2 Опис та вибір датчиків та додаткових засобів автоматизації

Датчик (сигналізатор) граничного рівня сипучих матеріалів ротаційного типу ДР-15 (рис. 3.2), що має наступний принцип роботи, двигун продовжує обертати лопать датчика зі сталою швидкістю 1 оберт на хвилину, поки вимірюваний продукт знаходиться поза зоною його виявлення [17]. Коли продукт досягає рівня, заданого датчиком, лопать фіксується, що призводить до зупинки руху двигуна між мікроперемикачами. Після цього відбувається послідовне перемикання вихідного контакту датчика та вимкнення двигуна. При зниженні рівня продукту, пружина повертає двигун у початкове положення, лопать відпускається, і двигун включається, а вихідний контакт повертається у вихідний стан.

Рисунок 3.2 - Датчик (сигналізатор) граничного рівня сипучих матеріалів

Технічні характеристики датчика граничного рівня сипучих матеріалів ротаційного типу др-15:

- температура контрольованого матеріалу: від -25°С до +50°С;
- робочий тиск: 1 атм;
- робочий температурний діапазон: від -25°С до +60°С;
- вага: до 1,5 кг;
- матеріал робочої частини датчика: нержавіюча сталь;
- матеріал корпусу контролера: алюмінієвий сплав;
- клас за способом захисту від ураження електричним струмом: I;
- режим спрацьовування: Здійснюється вибором груп контактів NO/NC на роз'ємі XS2;
- час спрацьовування: 1-2 секунди.

Наступним датчиком йде датчик контролю швидкості транспортера (рис. 3.2), даний прилад контролю швидкості, «у народі» - реле контролю швидкості, встановлюється на стрічкових транспортерах а так само на норіях - стрічкових транспортерах, для контролю їх швидкості а також для сигналізації і відключення транспортерів, робочих машин, електродвигунів при аварійних ситуаціях, таких як - сходження стрічки, обривання стрічки транспортера, прослизання і перевантаження транспотрера, норії, що уповільнює швидкість , а також при заповненні бункера продуктом [18].

Принцип роботи каналу швидкості заснований на зіставленні частоти спрацьовування датчика при обертанні приводного шківа транспортера з установлюваної частотою в приладі контролю швидкості, реле контролю швидкості. Якщо частота спрацьовування датчика виявляється меншою ніж встановлена частота, через певний час (час затримки спрацьовування) прилад контролю швидкості видає сигнал на вихідний каскад реле контролю

швидкості.

Рисунок 3.2 - Датчик контролю швидкості транспортера

Наступний засіб автоматизації кнопка “ПУСК” (рис 3.3) виконує функцію запуску системи [19].

Технічні характеристики:

- номінальний струм AC: 380В: 2,5А; 220В: 4А; 110В: 6А; 48В: 8А;
- номінальний струм DC: 110В: 0,3А; 48В: 1,3А; 24В: 2,5А;
- механічна зносостійкість: 1 000 000 циклів;
- електрична зносостійкість: 100 000 циклів;
- діапазон робочих температур: -25°С до +60°С;
- тип: пуск, без фіксації;
- матеріал: пластик;

- колір: зелений;
- контакт: 1NO;
- діаметр: 28,7 мм;
- ступінь захисту: IP40 (IP67 - з використанням силіконового ковпачка).

Рисунок 3.3 - Кнопка Старт FPPCPGPI

Сирена 220В світло-звукова Дует С-06С-220, світловий і звуковий оповіщувач вмикаються одночасно (рис 3.4) [20].

Основні характеристики:

- струм споживання: не більше 60 мА;
- звуковий тиск на відстані 1 м: 100 дБ;
- ступінь захисту: IP43;
- габаритні розміри: 96х74х60 мм.

Рисунок 3.4 - Сирена 220В світло-звукова Дует С-06С-220

Магнітний пускач АСКО ПМ 1-09-10 220В А0040010043 (рис. 3.5) серії ПМ призначений для запуску, зупинки і реверсування асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором. Також пускач АСКО може застосовуватися для управління різними активними та індуктивними навантаженнями. Трьох- та чотириполюсні електромагнітні пускачі низької напруги серії ПМ, в комбінації з тепловим реле, представляють собою поширений засіб захисту і комутації електричних двигунів. Пускач АСКО можна встановлювати на монтажну панель або DIN-рейку [21].

Рисунок 3.5 - Магнітний пускач АСКО ПМ 1-09-10 220в (a0040010043)

Основні характеристики:

- номінальна робоча напруга силових контактів: ~220/380/660 В;
- напруга ізоляції: 660 В;
- номінальний робочий струм (AC-1): 20А;
- номінальний робочий струм (AC-3): 9А;
- номінальний робочий струм (AC-4): 3.5А;
- номінальна робоча напруга котушки керування: 220 В;
- діапазон ввімкнення робочої напруги котушки керування: 80-110% Us;
- діапазон вимкнення робочої напруги

котушки керування: 30-60% Us;
- кількість і вид контактів: 3NO+1NO;
- електрична зносостійкість по АС-3: 1 500 000 циклів;
- механічна зносостійкість по АС-3: 10 000 000 циклів;
- ступінь захисту: IP20.

3.3 Висновки

Важливим чинником ефективності та надійності системи є продуманий технічний засіб автоматизації системи керування роздачею кормів у кролятнику. Вибір мікроконтролера XC300191080 відповідає вимогам модульності, гнучкості та універсальності, які важливі для оптимального функціонування систем автоматизації. Інтегровані можливості програмування та багаті інтерфейси забезпечують високу адаптивність та інтеграцію з іншими компонентами системи. Використання точкових датчиків рівня та регулювання швидкості конвеєрної стрічки дозволяє ефективно та безпечно здійснювати процес розподілу корму. Вони забезпечують надійне визначення та контроль рівня корму в бункері та швидкості конвеєрної стрічки, ключових параметрів для оптимальної подачі та контролю процесу. Магнітний пускач АСКО ПМ 1-09-10 220В відповідає вимогам надійності та економічності в управлінні електродвигунами, які використовуються в системах. Його функції захисту та комутації забезпечують безперебійну роботу конвеєрів та інших пристроїв системи керування. Загальний вибір технічних засобів автоматизації відповідає вимогам системи та забезпечує оптимальну продуктивність, безпеку та надійність її функцій.

4 СТРУКТУРНА ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ

РОЗДАЧІ КОРМІВ У КРОЛЯТНИКУ

На рис. 4.1 побудована структурна електрична схема керування процесом роздачі кормів [12]. На цій схемі представлені всі елементи, органи керування, датчики та виконавчі механізми, які мають зв’язок з ПЛК та складаються з наступного:

- блок живлення;
- кнопка ПУСК;
- кнопка СТОП;
- перемикач режимів роботи;
- пульт керування;
- ПЛК EATON XC300191080;
- сирена роботи;
- таймер роботи сирени;
- KL – датчик рівня;
- KS – датчики швидкості транспортера;
- MA1 – електропривод барабану;
- MA2 – електропривод завантажувального лотка;
- MA3 – електропривод стрічки;
- MA4 - електропривод похилого транспортера;
- MA5 - електропривод поперечного транспортера;
- MA6 - електропривод транспортера-роздавача;
- MA7 - електропривод поворотного напрямного лотку;
- MA8 - електропривод ролика;

- KM – магнітний пускач;
- HA – прилад звукової сигналізації;
- HL – прилад світлової сигналізації;
- HLA – табло сигнальне;
- EL – лампа освітлювальна.

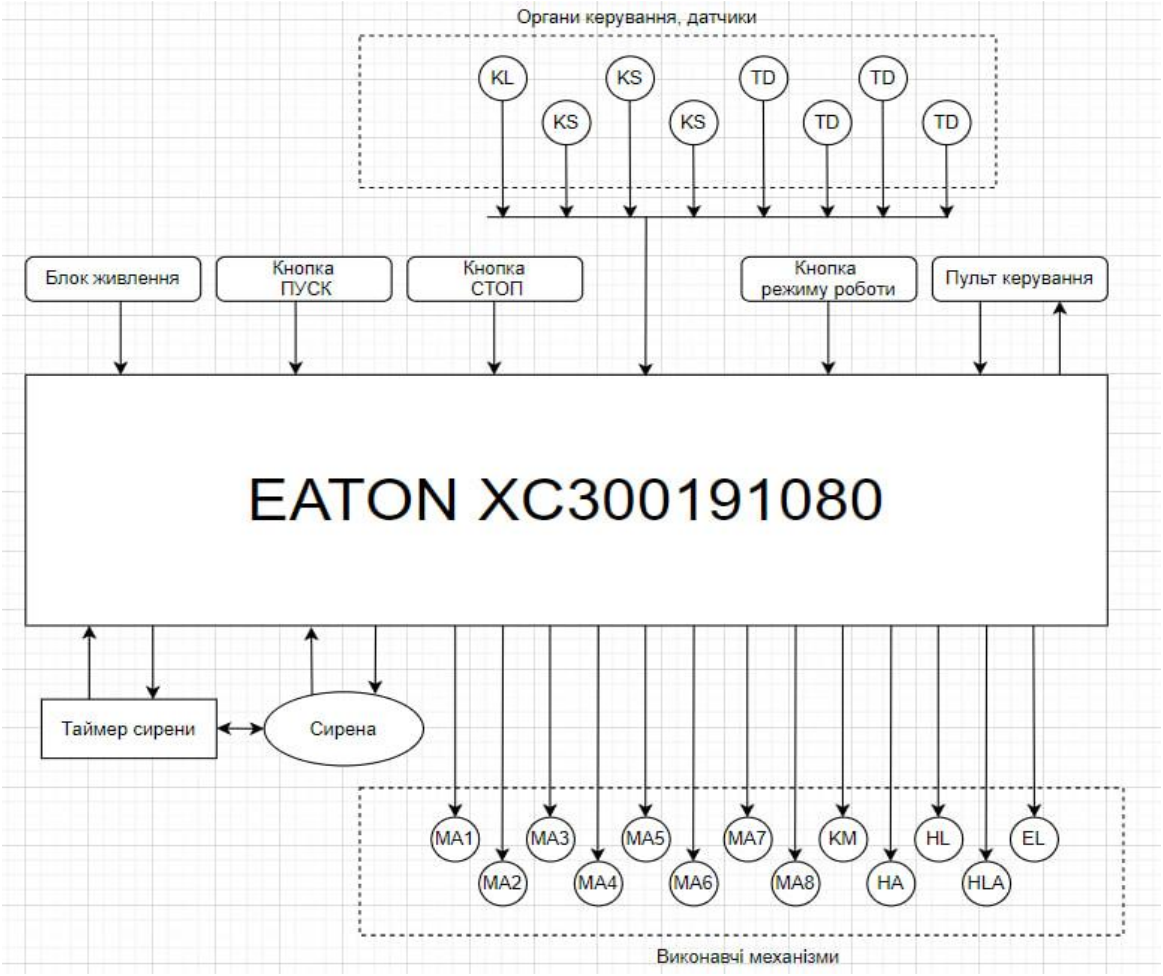


Рисунок 4.1 – Структурна електрична схема керування процесом роздачі кормів у кролятнику

4.1 Висновки

Розділ представляє розробку структурної електричної схеми керування процесом роздачі кормів у кролятнику, представлено

з’єднання з ПЛК датчиків та електроприводів. Структурна схема спрощує розуміння способу підключення контактів до програмованого логічного контролера.

5 ПРИНЦИПОВА ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ РОЗДАЧІ КОРМІВ У КРОЛЯТНИКУ

Електрична схема підключення - це графічне представлення всіх елементів електричної системи та їх взаємодії через провідні з'єднання. У нашій роботі електрична схема має важливу роль у плануванні та впровадженні системи автоматизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику. Вона дозволяє візуалізувати структуру системи та її компонентів, зрозуміти принцип їх взаємодії та виявити потенційні проблеми або можливості для вдосконалення. Плюси використання електричних схем у нашій роботі:

- електрична схема надає можливість швидко та зрозуміло візуалізувати всі аспекти системи керування, її структуру та логіку роботи;
- шляхом аналізу схеми можна виявити слабкі місця системи та знайти шляхи для її оптимізації, підвищення ефективності та надійності;
- електрична схема є важливою частиною технічної документації проекту, яка допомагає зрозуміти принцип роботи системи та спрощує комунікацію між учасниками проекту;

- аналізуючи схему, можна виявити потенційні загрози безпеці та прийняти необхідні заходи для їх усунення або запобігання.

Опис електричної схеми підключення (рис.5.1):

- Q11, Q15, Q13 – реле, які використовуються для керування контакторами;
- K1 – контактор зірки;
- F1, F2 – автоматичні вимикачі;
- L1, L2, L3 – котушки реле;
- A1, A2 – захисні елементи.

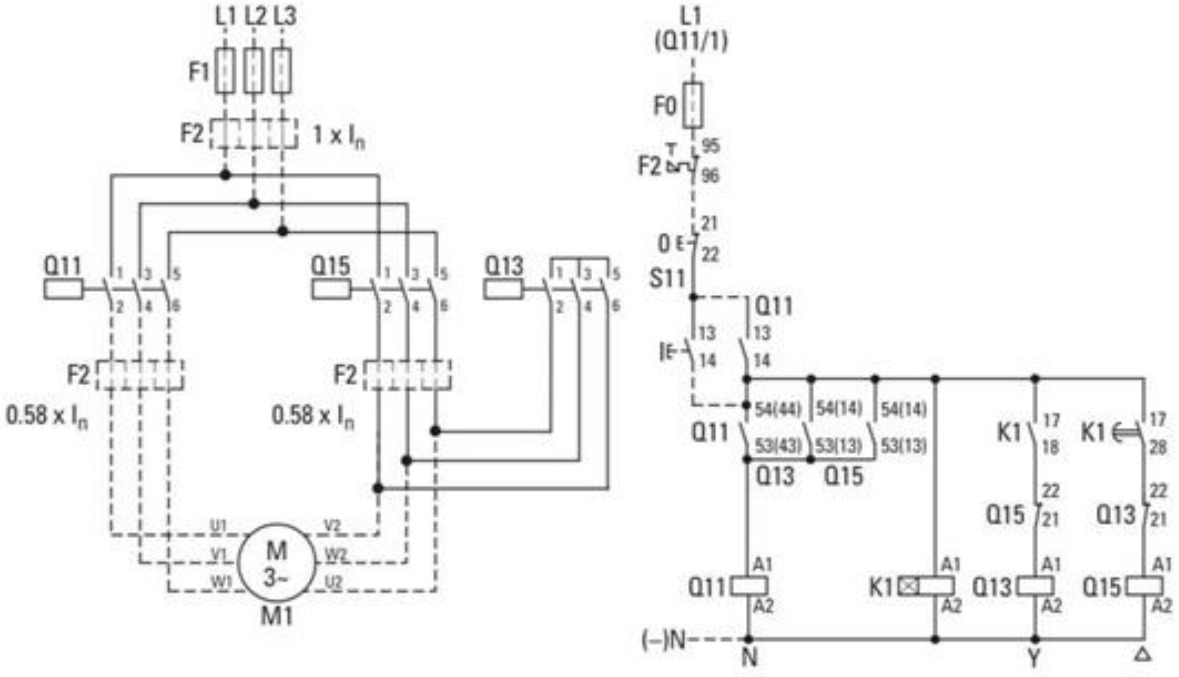


Рисунок 5.1 - Електрична схема підключення

Принципова електрична схема - це схематичне зображення електричної системи, яке показує зв'язки між різними компонентами та їх функціональність у контексті певного процесу або системи. Принципова

електрична схема (рис. 5.2) [22] відіграє ключову роль, оскільки вона демонструє, як різні електричні компоненти взаємодіють між собою для забезпечення автоматизованого керування процесом роздачі кормів. Вона надає можливість візуально зрозуміти взаємодію компонентів системи та досягнення мети – автоматизованого процесу роздачі кормів у кролятнику. Також вона допомагають аналізувати систему, виявляти її слабкі місця та шляхи для вдосконалення. Принципова схеми є важливою частиною документації нашого проекту, допомагають іншим зрозуміти роботу системи та полегшують комунікацію між учасниками команди або зацікавленими сторонами. Ще вона дозволяє оцінити безпеку системи та прийняти необхідні заходи для запобігання потенційним ризикам.

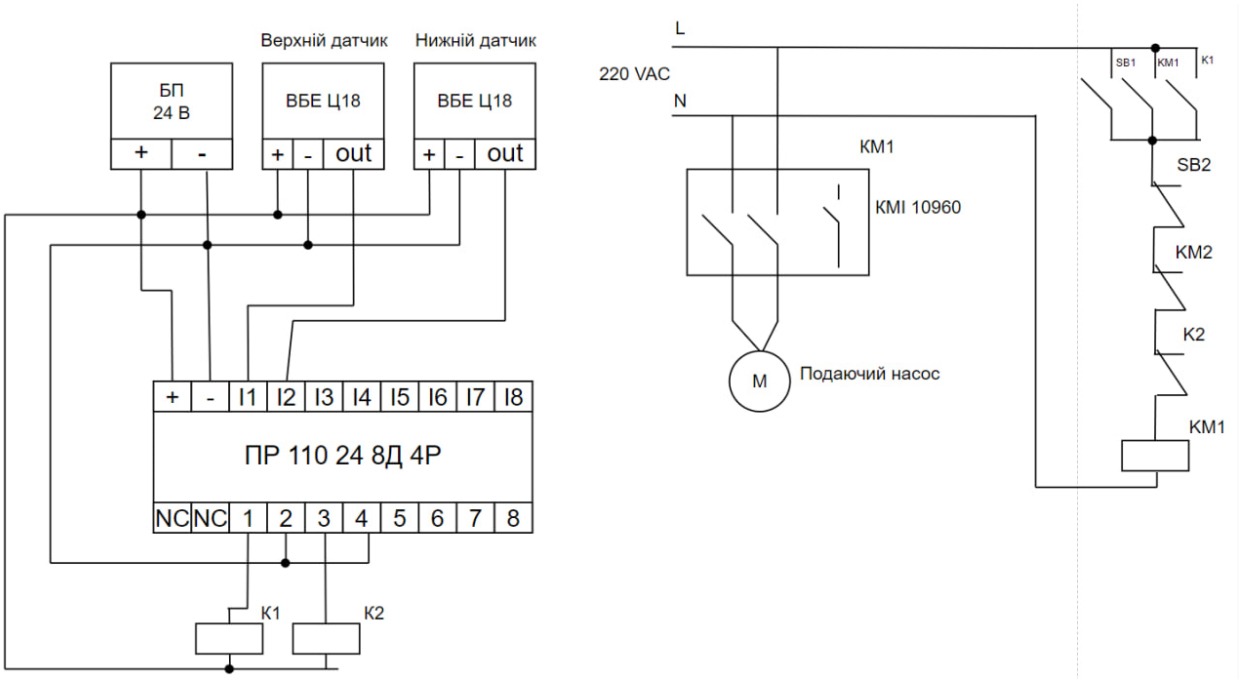


Рисунок 5.2 - Принципова електрична схема роздавача кормів

Опис принципової електричної схеми роздавача кормів:

- K1, K2 - реле finder type 40.52 з котушкою на 24 VDC і 1 або 2 групою перемикальних контактів;

- КМ1 - магнітний пускач і реле теплового захисту в оболонці типу КМИ 10960 з кнопками SB 1 - "пуск", SB 2 - "стоп";
- БЖ - блок живлення на 24 VDC і потужністю 10 Вт.

5.1 Висновки

Електрична схема підключення та принципова електрична схема відіграють важливу роль у системі автоматизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику. Ці схеми надають можливість візуально зрозуміти структуру системи, взаємодію її компонентів та логіку роботи. Вони є не лише інструментами для планування та впровадження системи, але й важливою частиною технічної документації, яка допомагає зрозуміти принцип роботи системи та спрощує комунікацію між учасниками проекту.

Шляхом аналізу електричної схеми можна виявити слабкі місця системи та знайти шляхи для її оптимізації, підвищення ефективності та надійності. Також ці схеми допомагають аналізувати безпеку системи та приймати необхідні заходи для її покращення.

Отже, використання електричних схем у системі автоматизованого керування є важливою складовою успішного впровадження та ефективної роботи системи.

6 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ РОЗДАЧІ КОРМІВ

6.1 Середовище розробки ПЗ

CODESYS – це програмне забезпечення, призначене для програмування різноманітного обладнання та реалізації процесів автоматизації в галузях, таких як машинобудування та системна інтеграція. Воно є надійним інструментом для вирішення різних завдань, пов'язаних з програмуванням потужних контролерів логічного програмування (ПЛК) або панелей оператора, а також забезпечує можливість встановлення зв'язку з різними пристроями у промислових мережах. Використання CODESYS дозволяє програмувати всі контролери моделей XV/XC виробництва Eaton за

допомогою версій 2 або 3. Це програмне забезпечення поєднує в собі високотехнологічні функції з легким у використанні інтерфейсом, що робить його популярним серед виробників обладнання [23].

З плюсів:

- гнучка візуалізація на місці або через мобільні пристрої;
- широкі можливості програмування а саме: ST, IL, LD, FBD, SFC;
- інтегрування з усіма пристроями XV та XC компанії EATON.

Особливості цього програмного забезпечення включають у себе зменшення витрат часу на розробку проектів і програмування, можливість веб-візуалізації, підтримку зв'язку з системою візуалізації GALILEO, інтеграцію з мережею Smart Wire-DT та можливість створення проектів, що складаються з декількох окремих програм, які працюють одночасно тобто багатозадачність.

Інтегрована функція налаштування промислової мережі дозволяє швидко й інтуїтивно під'єднувати пристрої до вибраної мережі, використовуючи конфігуратори для PROFIBUS-DP, CAN open та Smart Wire-DT. Крім того, у версії 3 CODESYS (рис 6.1) також доступні конфігуратори для мереж Modbus TCP/RTU, Ethernet / IP та Ether Cat, що робить процес налаштування ще більш гнучким і зручним.

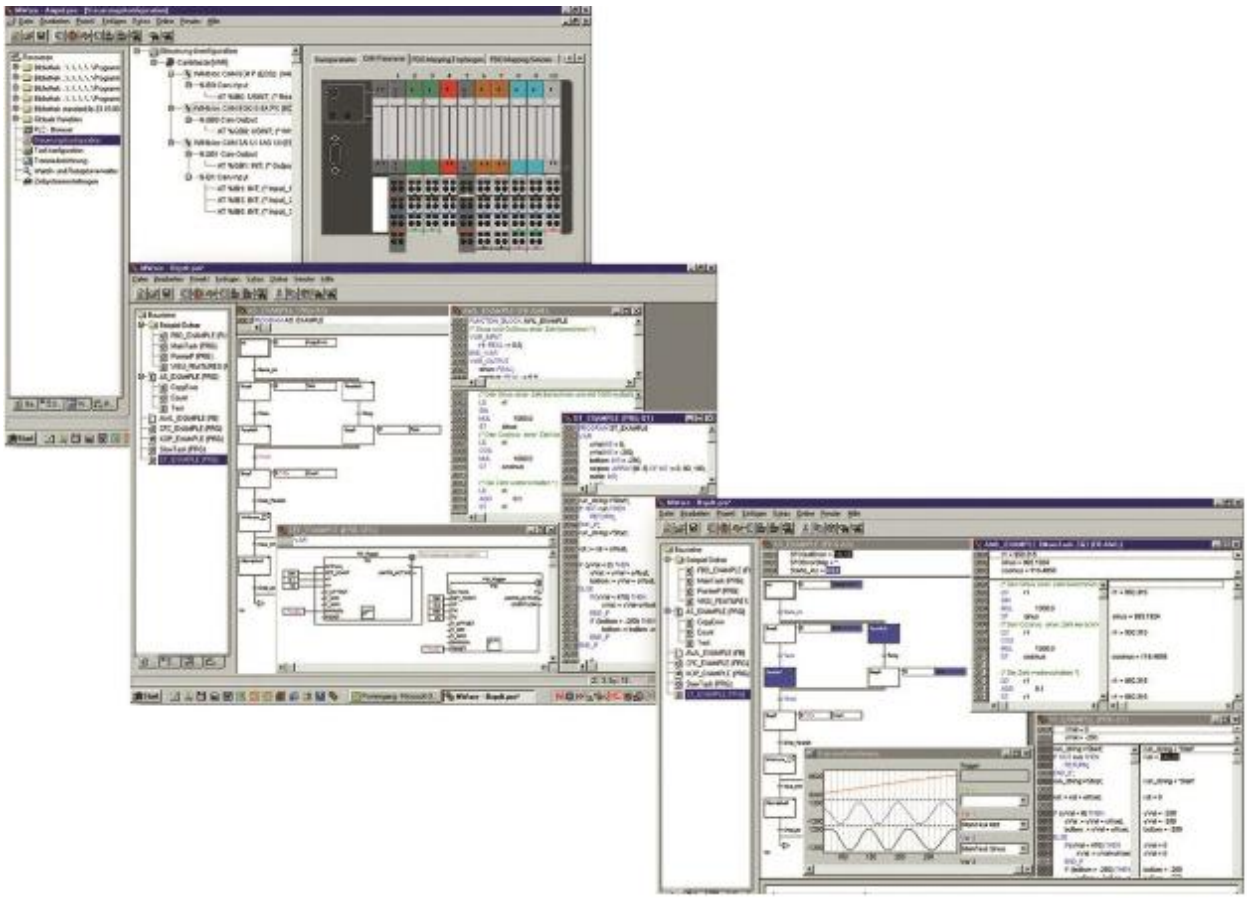


Рисунок 6.1 - CODESYS версії 3

Гнучка візуалізація в програмі CODESYS надає користувачам можливість створювати візуальні інтерфейси прямо на місці, використовуючи панелі оператора. Крім того, її можна використовувати для візуалізації через веб-технології на мобільних пристроях, таких як планшети та смартфони. Функція генерації HTML5-сторінок у CODESYS V3 дозволяє відображати їх у будь-якому веб-браузері. Деякі контролери, такі як модульний контролер XC300, також підтримують цю функцію через інтегрований веб-сервер. Компанія Eaton надає готові бібліотеки для різноманітних застосувань, які значно спрощують програмування контролерів у системі CODESYS. Це дозволяє витрачати менше часу на планування проекту. У ці бібліотеки входять інструментальні засоби для автоматичного регулювання, такі як ПІД-регулятори, і інструменти для керування переміщеннями. Також доступні комунікаційні бібліотеки для

сервера та клієнта FTP, UDP та TCP/IP, що сприяє зручному обміну даними між пристроями.

У порівнянні з версією 2, програмне забезпечення CODESYS версії 3 (рис. 6.2) пропонує ряд значних переваг. Серед них розширений вибір мов програмування для інтерфейсу користувача та можливість створення програм для декількох контролерів PLC в одному проекті. Крім того, версія 3 дозволяє розробляти нові прикладні програми для візуалізації. Нововведення також полягають у тому, що веб-сторінки формуються за допомогою технології HTML5, що відкриває можливість створення користувацьких прикладних програм за допомогою вбудованого інструментарію програмування.

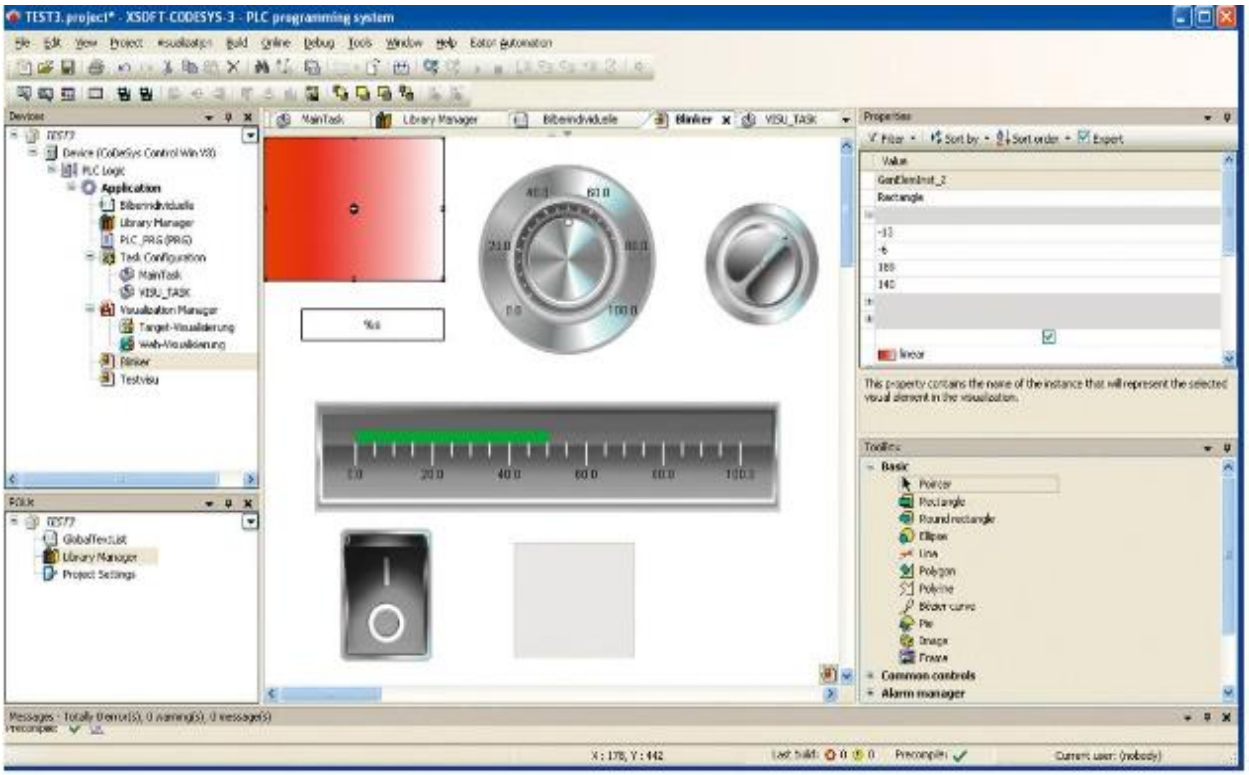


Рисунок 6.2 – CODESYS версії 3

6.2 Написання вхідних і вихідних сигналів

Процес прив’язки входів та виходів ПЛК до керованого об’єкта передбачає, що кожен сигнал від датчиків, органів управління та інших

джерел вводу повинен мати відповідний вхідний канал на контролері ПЛК. Також для керованих механізмів, вихідних сигналів та сигналів блокування для суміжного устаткування, необхідно виділити відповідні вихідні канали ПЛК. Нижче подано розподіл входів та виходів контролера ПЛК для системи автоматизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику [24-25].

Входи:

I0.0 - кнопка «Пуск»;

I0.1 - режим «АВТОПУСК»;

I0.2 - перевірка роботи барабану;

I0.3 - перевірка роботи похилого транспортера;

I0.4 - перевірка роботи поперечного транспортера;

I0.5 - перевірка роботи напрямку лотка;

I0.6 - перевірка роботи гнойового проходу.

Виходи:

O0.0 - вмикання сирени;

O0.1 - вмикання барабану;

O0.2 - вмикання завантажувального лотку;

O0.3 - вмикання похилого транспортера;

O0.4 - вмикання приводу поперечного транспортера;

O0.5 - вмикання транспортера роздавача;

O0.6 - вмикання коноїду;

O0.7 - вмикання поворотного напрямного лотка;

O1.0 - позиція 1;

O1.1 - позиція 2;

O1.2 - вмикання гнойового проходу;

T1 - таймер роботи сирени.

6.3 Розробка робочої програми

На основі наведених правил та розробленого алгоритму управління керуванням процесом роздачі кормів у кролятнику, із врахуванням

встановленої зв'язку між входами та виходами ПЛК, проведемо створення робочої програми (ліст. 6.1).

Лістинг 6.1 – Програма

```
STEP 1
IF                  I0.0
     AND            I0.1
THEN      SET       O0.0
          SET       T2
          WITH      15s

STEP 2
IF             N    T2
THEN      RESET     O0.0
          RESET     T2
          SET       O0.1

STEP 3
IF                  I0.2
THEN      SET       O0.2
          SET       O0.3

STEP 4
IF                  I0.3
THEN      SET       O0.4

STEP 5
IF                  I0.4
THEN      SET       O0.5
          SET       O0.6
          SET       O0.7

STEP 6
IF                  I0.5
THEN      SET       O1.1
          SET       O1.2
          SET       O1.3

STEP 7
IF                  I0.6
THEN      JMP  TO   1
```

6.4 Висновки

У ході розробки робочої програми для системи керування процесом роздачі кормів у кролятнику було розглянуто особливості середовища

розробки ПЗ CODESYS. Зокрема, було проаналізовано можливості програмування контролерів моделей XV/XC виробництва Eaton за допомогою CODESYS. Виокремлено переваги використання даного програмного забезпечення, зокрема, гнучку візуалізацію, широкі можливості програмування у різних мовах, інтеграцію з пристроями компанії Eaton та зменшення витрат часу на розробку проектів і програмування. Далі було проведено розробку робочої програми на основі встановлених зв'язків між входами та виходами ПЛК та відповідно до вимог і блок-схем, розроблених у ході дипломної роботи.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Техніка безпеки у кролятнику

Техніка безпеки у кролятниках є ключовим аспектом догляду за кролями та забезпечення їхнього здоров'я та безпеки. У дослідженні розглядаються різні аспекти забезпечення безпеки, починаючи від управління умовами утримання до процедур безпеки для персоналу. Приділяється увага розробці та впровадженню технічних засобів, що допомагають контролювати температуру, вологість та інші параметри середовища у кролятнику. Також досліджено системи автоматизованого годівлі та моніторингу за станом тварин [26].

Згідно з вимогами безпечної експлуатації у сфері кроликів, відповідно до законодавства України про охорону праці, укладені Правила безпечної експлуатації у кроликів. Згідно зі статтею 33 Закону України "Про охорону праці", ці правила розповсюджуються на всіх суб'єктів господарювання, які здійснюють діяльність у сфері кроликів, незалежно від форми власності. Вони охоплюють роботи з технічної експлуатації у кролятниках та пов'язані з цим обслуговуванням, ремонтом, налагоджуванням та випробуванням обладнання.

Ці Правила встановлюють вимоги щодо охорони праці під час експлуатації у кролятниках, виконання ремонтних робіт та обслуговування обладнання у періоди, коли вони не задіяні у роботі. Роботодавець зобов'язаний забезпечити створення на робочих місцях умов праці відповідно до вимог чинних нормативно-правових актів, а також забезпечити дотримання прав працівників у галузі охорони праці.

На кожному підприємстві розробляються інструкції з охорони праці відповідно до вимог Положення про розробку інструкцій з охорони праці. Працівники, що здійснюють технічну експлуатацію у кролятниках, повинні бути забезпечені спеціальним одягом та засобами індивідуального захисту. Зберігати у виробничих приміщеннях і машинних залах кролятника бензин, мастильні матеріали, гас, спирт, нітрофарби та інші вогненебезпечні та легкозаймисті матеріали забороняється відповідно до законодавства України

про охорону праці. Зазначені матеріали слід зберігати у спеціальному складі або коморі за межами виробничих приміщень кролятника [27].

Під час експлуатації виробничого устаткування у кролятнику повинні виконуватися вимоги, викладені в документації з експлуатації електротехнічних установок, гідротехнічного та гідромеханічного обладнання. Для запобігання аваріям та нещасним випадкам, з метою дотримання нормативно-правових актів з питань охорони праці, роботодавець, який здійснює експлуатацію кролятника, повинен забезпечити наступне:

а) Дотримання будівельних норм і правил щодо розміщення виробничого устаткування та нормованих проходів і під'їздів до нього.

б) Огородження небезпечних місць розміщення машин і механізмів, електротехнічних установок, а також зон виробничих ділянок, устаткування насосної станції запобіжними та блокувальними пристроями для захисту від самовільного вмикання.

в) Встановлення (нанесення) знаків безпеки і установлення сигналів, що попереджують працівника про необхідність дотримання вимог правил безпеки під час технологічного процесу і правил експлуатації виробничого устаткування.

г) Застосування огороджувальних пристроїв для захисту працівника від випадкового зіткнення з рухомими частинами машин і механізмів, небезпечними за напругою струмовідними частинами устаткування.

ґ) Нанесення на виробниче устаткування і комунікації розпізнавального пофарбування і знаків безпеки. Знаки безпеки слід розмістити так, щоб їх було добре видно, вони мають контрастно виділятися на навколишньому фоні та бути у полі зору людей, для яких вони призначені.

На рис. 7.1 зображено приклад захисного одягу, який використовується на виробництві для забезпечення безпеки працівників. Захисний одяг складається з спеціального комбінезону, захисних рукавиць, захисних окулярів та каски.

Комбінезон виготовлений з вогнетривкого матеріалу, що забезпечує захист від високих температур і випадкових іскор. Захисні рукавиці призначені для запобігання травмам рук при роботі з обладнанням та інструментами. Захисні окуляри захищають очі працівника від пилу, дрібних часток та хімічних речовин, які можуть потрапити в очі під час виробничих процесів. Каска забезпечує захист голови від можливих ударів або падіння предметів.

Рисунок 7.1 – Приклад захисного одягу на виробництві

Такий захисний одяг є обов'язковим для носіння у виробничих приміщеннях, де існує ризик травмування або впливу небезпечних факторів. Використання відповідного захисного одягу є важливою складовою техніки безпеки на підприємствах, що дозволяє знизити ризик нещасних випадків та забезпечити здоров'я і безпеку працівників.

7.2 Висновок

Забезпечення безпеки у кролятниках відіграє ключову роль у догляді за кролями та забезпеченні їхнього здоров'я та безпеки. Дослідження виявили, що ефективне впровадження технічних засобів дозволяє контролювати температуру, вологість та інші параметри середовища у кролятнику, що в свою чергу сприяє покращенню умов утримання кролів та зменшенню ризику виникнення захворювань. Дотримання вимог Правил безпечної експлуатації у кроликів є обов'язковим для всіх суб'єктів господарювання, що здійснюють діяльність у даній сфері. Вони встановлюють необхідні вимоги та процедури з охорони праці під час експлуатації обладнання та виконання ремонтних робіт. Заборона зберігання вогненебезпечних матеріалів у виробничих приміщеннях сприяє зменшенню ризику пожеж та інших аварій. Нанесення розпізнавального пофарбування і знаків безпеки на виробниче устаткування допомагає забезпечити безпеку працівників та уникнути потенційних небезпек. Таким чином, виконання вимог техніки безпеки у кролятниках є важливим елементом забезпечення безпечної та продуктивної діяльності у цій галузі.

ВИСНОВКИ

У першому розділі можна сказати що аналіз процесу роздачі кормів у

кролятнику підкреслив ключовий характер цього аспекту управління годівлею молодняка кролів. Ефективна підготовка кормів, правильне розміщення кормівника, частота годування, контроль за кількістю кормів та інші аспекти визначають оптимальний розвиток та здоров'я кролят. Гігієнічні заходи, спостереження за тваринами та корекція раціону також грають важливу роль у процесі годування.

Сучасні системи роздачі кормів, які пропонують компанії Kuhn, Strautmann і Trioliet, відзначаються високою технологічністю та інноваційністю. Вони враховують потреби та вимоги сучасного тваринництва, надаючи різноманітні та ефективні рішення для годування тварин.

Моделі змішувачів-кормороздавачів від Kuhn, Strautmann і Trioliet відрізняються за об'ємом бункера, механізмами роздачі кормів, системами зважування та додатковими функціями. Зокрема, використання нержавіючої сталі у бункерах Strautmann спрямоване на подовження терміну служби обладнання, а регульовані ножі у шнеках Vario від Strautmann зменшують енерговитрати.

Зазначені характеристики, такі як точність дозування, гнучкість конфігурації, системи зважування та інші, свідчать про високий рівень технічної вдосконаленості сучасних систем роздачі кормів. Ці рішення допомагають оптимізувати процес годування та забезпечують належний догляд за тваринами в аграрному виробництві.

У другому розділі алгоритм дозволяє забезпечити ефективну роботу роздавача кормів, забезпечуючи точну та регулярну подачу кормів у годівниці, що сприяє належному розвитку тварин і підтримує їхнє здоров'я. Використання алгоритму керування також підвищує надійність роботи системи, оскільки він ретельно регулює кожен етап процесу роздачі кормів, що дозволяє уникнути несправностей та збоїв у роботі обладнання. Крім того, завдяки алгоритму керування можливо оптимізувати використання ресурсів, зменшуючи витрати на корми та енергію, необхідну для роботи

роздавача, що сприяє підвищенню ефективності та економічності господарства. Цей алгоритм також володіє гнучкістю, оскільки його можна легко адаптувати до змінних умов господарства та потреб тварин, що забезпечує гнучкість управління процесом роздачі кормів. Отже, застосування алгоритму керування в системі роздавача кормів РК-50 є ключовим для забезпечення ефективності, надійності та оптимального використання ресурсів у сільськогосподарському виробництві.

У третьому розділі важливим чинником ефективності та надійності системи є продуманий технічний засіб автоматизації системи керування роздачею кормів у кролятнику. Вибір мікроконтролера XC300191080 відповідає вимогам модульності, гнучкості та універсальності, які важливі для оптимального функціонування систем автоматизації. Інтегровані можливості програмування та багаті інтерфейси забезпечують високу адаптивність та інтеграцію з іншими компонентами системи. Використання точкових датчиків рівня та регулювання швидкості конвеєрної стрічки дозволяє ефективно та безпечно здійснювати процес розподілу корму. Вони забезпечують надійне визначення та контроль рівня корму в бункері та швидкості конвеєрної стрічки, ключових параметрів для оптимальної подачі та контролю процесу. Магнітний пускач АСКО ПМ 1-09-10 220В відповідає вимогам надійності та економічності в управлінні електродвигунами, які використовуються в системах. Його функції захисту та комутації забезпечують безперебійну роботу конвеєрів та інших пристроїв системи керування. Загальний вибір технічних засобів автоматизації відповідає вимогам системи та забезпечує оптимальну продуктивність, безпеку та надійність її функцій.

Четвертий розділ представляє розробку структурної електричної схеми керування процесом роздачі кормів у кролятнику, представлено з'єднання з ПЛК датчиків та електроприводів. Структурна схема спрощує розуміння способу підключення контактів до програмованого логічного контролера.

У п’ятому розділі електрична схема підключення та принципова електрична схема відіграють важливу роль у системі автоматизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику. Ці схеми надають можливість візуально зрозуміти структуру системи, взаємодію її компонентів та логіку роботи. Вони є не лише інструментами для планування та впровадження системи, але й важливою частиною технічної документації, яка допомагає зрозуміти принцип роботи системи та спрощує комунікацію між учасниками проекту.

Шляхом аналізу електричної схеми можна виявити слабкі місця системи та знайти шляхи для її оптимізації, підвищення ефективності та надійності. Також ці схеми допомагають аналізувати безпеку системи та приймати необхідні заходи для її покращення. Отже, використання електричних схем у системі автоматизованого керування є важливою складовою успішного впровадження та ефективної роботи системи.

У шостому розділі під час розробки робочої програми для системи керування процесом роздачі кормів у кролятнику було розглянуто особливості середовища розробки ПЗ CODESYS. Зокрема, було проаналізовано можливості програмування контролерів моделей XV/XC виробництва Eaton за допомогою CODESYS. Виокремлено переваги використання даного програмного забезпечення, зокрема, гнучку візуалізацію, широкі можливості програмування у різних мовах, інтеграцію з пристроями компанії Eaton та зменшення витрат часу на розробку проектів і програмування. Далі було проведено розробку робочої програми на основі встановлених зв'язків між входами та виходами ПЛК та відповідно до вимог і блок-схем, розроблених у ході дипломної роботи.

У сьомому розділі представлено забезпечення безпеки у кролятниках, що відіграє ключову роль у догляді за кролями та забезпеченні їх здоров'я та безпеки. Дослідження виявили, що ефективне впровадження технічних засобів дозволяє контролювати температуру, вологість та інші параметри середовища у кролятнику, що в свою чергу сприяє покращенню умов

утримання кролів та зменшенню ризику виникнення захворювань. Дотримання вимог Правил безпечної експлуатації у кроликів є обов'язковим для всіх суб'єктів господарювання, що здійснюють діяльність у даній сфері. Вони встановлюють необхідні вимоги та процедури з охорони праці під час експлуатації обладнання та виконання ремонтних робіт. Заборона зберігання вогненебезпечних матеріалів у виробничих приміщеннях сприяє зменшенню ризику пожеж та інших аварій. Нанесення розпізнавального пофарбування і знаків безпеки на виробниче устаткування допомагає забезпечити безпеку працівників та уникнути потенційних небезпек. Таким чином, виконання вимог техніки безпеки у кролятниках є важливим елементом забезпечення безпечної та продуктивної діяльності у цій галузі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Техніка для приготування й роздавання кормів. *Agroexpert*. URL: https://agroexpert.ua/tehnika-dla-prigotuvanna-i-rozdavanna-kormiv/. (дата звернення: 20.01.2024).

9 Вивчення будови та роботи роздавачів кормівдля врх. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/lr-13-vyvchennja-budovy-ta-roboty-rozdavachiv-kormiv-dlja-vrh-z-dyscypliny-mtvshp.pdf. (дата звернення: 20.01.2024).

10 Значення механізації і зоотехнічні вимоги. *Механізація технологічних процесів*. URL: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/tsapk_3/page3.html. (дата звернення: 20.01.2024).

11 «Стаціонарні засоби для роздавання кормів ВРХ». URL: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/tsapk_2/ page69.html. (дата звернення: 20.01.2024).

12 Кравчук В. І. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів : науково-практичний посібник / Кравчук В. І., Луценко М. М., Мечта М. П. – Київ : Фенікс, 2008 – С. 103.

13 Донов Д. О., Панов А. О., Горбатовський С. В. Дослідження автоматизованого керування мікрокліматом у кролячій фермі / Матеріали XIX міжнародного форуму молоді «Молодість і індустрія 4.0 в XXI столітті». – Харків:ДБТУ, 2023 – С. 207. *Репозитарій Державний біотехнологічний університет*. URL: https://repo.btu.kharkov.ua// handle/123456789/37969. (дата звернення: 20.01.2024).

14 Донов Д. О., Горбатовський С. В., Панов А. О. Система автоматизованого керування мікрокліматом в кролячій фермі. Digital transformation and technologies for sustainable development all branches of modern education, science and practice: materials International Scientific and

Practical Conference Proceeding, January 26, 2023. International Academy of Applied Sciences in Lomza (Poland), State Biotechnological University (Ukraine). Lomza, Poland, 2023. Part 1. P. 301-306. *Репозитарій Державний біотехнологічний університет* URL: https://repo.btu.kharkov.ua//handle/123456789/29151. (дата звернення: 20.01.2024).

15 Гринів, М. В. "Ріст і розвиток організму кролів за згодовування різних кількостей зерна тритикале." Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин 20,№ 1 (2019): 28-35.

16 Проєктування систем програмного керування: методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Проєктування систем програмного керування» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / А. О. Панов / - Електрон. дані. – Х.: ДБТУ, 2023. – 31 с.

17 Черв’як І. В., Панов А. О. / Дослідження системи автомтаизованого керування процесом роздачі кормів у кролятнику / Матеріали XX міжнародного форуму молоді «Молодість і індустрія 4.0 в XXI столітті». – Харків:ДБТУ, 2024 – С. 260.

18 Панов А. О., Черв’як І. В. / Розробка алгоритму керування процесом роздачі кормів у кролятнику / Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Інформаційні технології у сучасному світі», 22 квітня 2024 р. / Державний біотехнологічний ун-т. – Харків, 2024. – С. 55-57.

19 Системи автоматизованого проектування засобів автоматизації: методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Системи автоматизованого проектування засобів автоматизації» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання

за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології»; уклад. А. О. Панов. Х.: ДБТУ, 2023. 65 с.

20 Jgraph/drawio-desktop. *Github*. URL: https://github.com/jgraph/drawio-desktop/releases/tag/v23.0.2 (дата звернення: 02.02.2024).

21 Модульний програмований логічний контролер XC300. *Eaton*. URL: https://www.eaton.com/ua/uk-ua/skuPage.191080.html. (дата звернення: 07.03.2024).

22 Eaton 191080. URL: https://www.eaton.com/ua/uk-ua/skuPage.191080.pdf. (дата звернення: Бер. 07.03.2024).

23 Інструкції щодо встановлення. *Eaton powering business worldwide*. - URL: https://www.eaton.com/content/dam/eaton/products/industrialcontrols-drives-automation-sensors/xc-modular-programmable-logic-controllers-(plcs)/xc300-instructions-il050018zu.pdf. (дата звернення: 07.03.2024).

24 Датчик (сигналізатор) граничного рівня сипучих матеріалів ротаційного типу: др-15. *Temix*. URL: https://temix.com.ua/uk/product/rotacionnyj_datchik_signalizator_predelnogo_urovnja_sypuchih_materialov_dr-15/. (дата звернення: 12.03.2024).

25 Реле швидкості пристрій контролю швидкості датчик транспортера норії. *Пристрій контролю швидкості транспортера норії*. URL: https://profmaster.com.ua/ua/p154726-rele-skorosti-ustrojstvo.html. (дата звернення: 12.03.2024).

26 Кнопка Старт FPPCPGPI 1NO зелена без фіксації пластик Промфактор. *Кнопка Старт FPPCPGPI 1NO зелена без фіксації*. URL: https://amperok.com.ua/knopka_promfaktor_pusk_1no_bez_fiksacii_zelena_plastyk_fppcpgpi. (дата звернення: 12.03.2024).

27 Сирена 220В світло-звукова Дует С-06С-220. *Сирена 220В світло-звукова Дует С-06С-220*. URL: https://specteh.com.ua/p1761020848-sirena-220v-sveto.html?source=merchant_center&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw-r-vBhC-ARIsAGgUO2BOkAZwbcxsQQt4OIHjB769GlaExXZhy_7JWFW7tK-

pA3cxT52zeHQaAgZkEALw_wcB. (дата звернення: 12.03.2024).

28 Магнітний пускач АСКО ПМ 1-09-10 220В (A0040010043). *Магнітний пускач АСКО ПМ 1-18-10 220В*. URL: https://amperok.com.ua/magn%D1%96tnij_puskach_asko_pm_1_9_10_220_v_a0040010002?gclid=Cj0KCQjw-r-vBhC-ARIsAGgUO2Cslx03TBb5_l-JnSDpyHSDQAe-UhBj1gO0Qxb0H6GNVC24nIoiwr4aAmMKEALw_wcB. (дата звернення:12.03.2024).

29 EATON Powering Buisness Worldwide. URL: https://manuals.plus/m/3fefe6e199eb3fa186d607b5d3d48b6f87c2bb137362092a2469326383066ab0_optim.pdf. (дата звернення: 02.05.2024).

30 EATON Powering Buisness Worldwide. *Eaton Україна | Електротехнічна компанія.* URL: https://www.eaton.com/ua/uk-ua/catalog/industrial-control--drives--automation---sensors/codesys-software.html#tab-1 (дата звернення 09.05.2024).

31 Мікропроцесорні керуючі пристрої: методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Мікропроцесорні керуючі пристрої» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти заочної форм навчання за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»; уклад. К. В. Демченко. Х.: ДБТУ, 2023. 18 с.

32 Автоматизовані системи керування технологічними процесами: методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерноінтегровані технології»; уклад. А. О. Панов. Х.: ДБТУ, 2023. 36 с.

33 Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1090-18#n20 (дата звернення 10.05.2024)

34 ОХОРОНА ПРАЦІ У ТВАРИННИЦТВІ НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК для підготовки фахівців ОКР «Спеціаліст» , «Магістр» зі спеціальності – зооінженерія. URL: http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1623/1/%D0%9E%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%20%D1%83%20%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D1%96.pdf (дата звернення 10.05.2024)