

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

**Сафонов Кирило Едуардович**

УДК 004.4'2:622.647.2

**СИСТЕМА ДИСКРЕТНОГО ЗАПУСКУ КОНВЕЄРІВ  
З ПІДВИЩЕНОЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ  
НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА SIEMENS SIMATIC**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат  
магістерської роботи  
на здобуття кваліфікації магістра Комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2020

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

Керівник: кандидат технічних наук, доцент,  
доцент каф. комп'ютерної інженерії  
Журавська Ірина Миколаївна,  
ЧНУ ім. Петра Могили,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент,  
доцент каф. інтелектуальних інформаційних систем  
Кондратенко Галина Володимирівна,  
ЧНУ ім. Петра Могили

Консультант: доктор біологічних наук, професор,  
завідувач кафедри екології Медичного інституту  
Григор'єва Людмила Іванівна,  
ЧНУ ім. Петра Могили

Захист відбудеться « 25 » \_\_лютого\_\_ 2020 р. о 10:00 на засіданні  
Екзаменаційної комісії , ауд. \_\_\_\_\_

З магістерською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений \_\_\_\_\_

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Останнім часом стрімко поширюється використання для транспортування зернових продуктів стрічкових конвеєрів горизонтального (КСГ) та похилого типів. Для переміщення зернопродуктів знизу нагору у вертикальному напрямку застосовують так звані «норії».

На сучасному ринку програмованих логічних контролерів (ПЛК) для автоматизованих систем керування (АСК) системами дискретного запуску конвеєрів широко представлені продукти таких відомих фірм, як Siemens, Rockwell / Allen Bradley, Mitsubishi, Omron, Schneider, Moeller, Hitachi.

Однією з основних функцій комплексу автоматизованого управління конвеєрами є послідовний автоматичний пуск конвеєрів, включених у лінію, у порядку, зворотному напрямку руху вантажопотоку. Через це витрачається велика кількість енергії на хід транспортерів без вантажу. Тому питання підвищення енергоефективності комплексу доцільно вважати актуальним.

**Мета роботи.** Зменшення енергоспоживання під час руху вантажу за маршрутом шляхом реалізації дискретного запуску і зупинки конвеєрів, а також умов їх настання.

Для реалізації поставленої мети мають бути розроблена автоматизована система, що управляє послідовним підключенням/відключенням сегментів конвеєрного комплексу за рахунок впровадження у виробничий цикл програмованого логічного контролера (надалі – ПЛК) типу Siemens Simatic S7400.

**Об'єкт дослідження:** процес руху зернопродуктів за маршрутом на стрічковому конвеєрі.

**Предмет дослідження:** система дискретного запуску стрічкового конвеєра на базі ПЛК.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні **завдання:**

– аналіз сучасного стану систем автоматизації багатосекційних стрічкових конвеєрів на базі ПЛК;

– розробка концептуального рішення системи автоматизації багатосекційного стрічкового конвеєра з підвищеною енергоефективністю на базі ПЛК Simatic S7-1500;

– розробка модернізованого алгоритму дискретного запуску секцій стрічкового конвеєра за допомогою ПЛК;

– розробка програмного забезпечення автоматизованої системи, що управляє послідовним підключенням/відключенням сегментів конвеєрного комплексу;

– аналіз умов праці зі стрічковими, ланцюговими, безроликowymi та аерожолобовими конвеєрами, аналіз надзвичайної ситуації при роботі з транспортером.

**Методи дослідження:** аналіз, проектування та алгоритмізація рішень, програмне кодування програмованих логічних контролерів, тестування.

**Практичне значення одержаних результатів:** матеріали проведеного дослідження стануть у нагоді для подальшого впровадження автоматизованої системи дискретного управління конвеєрними комплексами.

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська робота складається з анотації, переліку скорочень та термінів, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання та додатків.

**Апробація** результатів магістерської роботи відбулася під час XXII Всеукраїнської науково-методичної конференції «Могилянські читання – 2019» (додаток Б) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили (Миколаїв, 11–14 листопада 2019 р.).

**Публікації.** За результатами магістерської роботи опубліковані тези доповіді.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, зазначено її зв'язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження, означено об'єкт та предмет, вказано методи дослідження, зазначено практичне значення одержаних результатів. Також у вступі вказано обсяг магістерської роботи, проходження апробації та наявність відповідних публікацій.

У **першому** розділі магістерської роботи «СИСТЕМА ДИСКРЕТНОГО ЗАПУСКУ КОНВЕЄРІВ З ПІДВИЩЕНОЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА SIEMENS SIMATIC» розглянуті функції контролерів систем автоматизації та проведено порівняльний аналіз ПЛК від різних системних інтеграторів, визначено основні тенденції їх розвитку. На основі аналізу розроблено класифікацію ПЛК за такими ознаками, як кількість каналів вводу-виводу, розташування модулів вводу-виводу, конструктивне виконання, область використання та іншими. Також проаналізовані особливості архітектури ПЛК та особливості їх життєвого циклу. За результатами досліджень, відображених у першому розділі, сформовано висновки, що для модернізації стрічкових конвеєрів з великою кількістю секцій, щоб підвищити енергоефективність та виключити холостий хід цих секцій, доцільніше використовувати ПЛК виробництва Siemens ряду SIMATIC S7-1500.

У **другому** розділі виконано розробку нового концептуального рішення системи автоматизації багатосекційного стрічкового конвеєра з встановленням на маршруті конвеєру додаткових датчиків рівня заповнення бункерів (керованих датчиків підпору) зі зведенням показників на ПЛК Siemens Simatic S7-1500 та керуванням на їх основі швидкістю руху ненавантажених секцій.

Розглянуто функції модулів ПЛК, ступінь їх захисту від впливу оточуючого середовища.

Наголошено, що необхідно оцінювати відповідність контролера до ідеології «відкритих систем», щоб не потрапити у залежність від одного постачальника та мати можливість модифікувати систему по мірі необхідності.

Розглянуто схему запуску та зупинки конвеєру за все існуючим технологічним процесом (рис. 1).

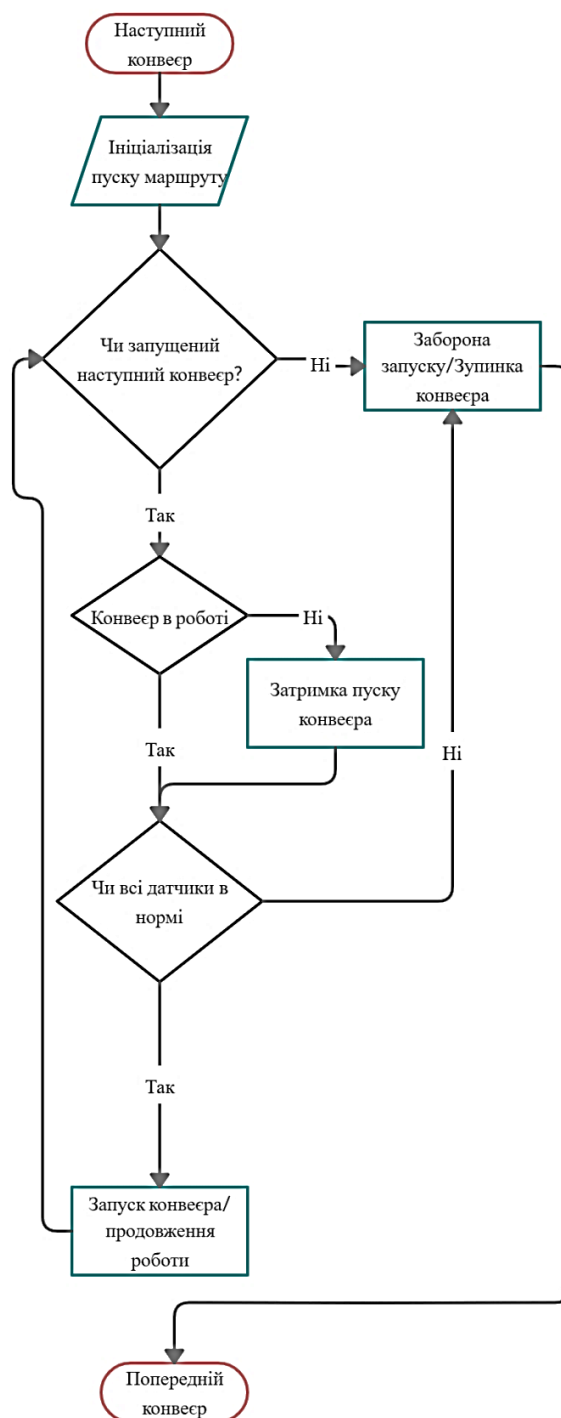


Рисунок 1 – Блок-схема запуску та зупинки конвеєру

Розроблений модернізований алгоритм дискретного запуску секцій стрічкового конвеєра з підвищеною енергоефективністю на базі ПЛК Simatic S7-1500, наведені розрахунки отриманої енергоефективності (рис. 2).

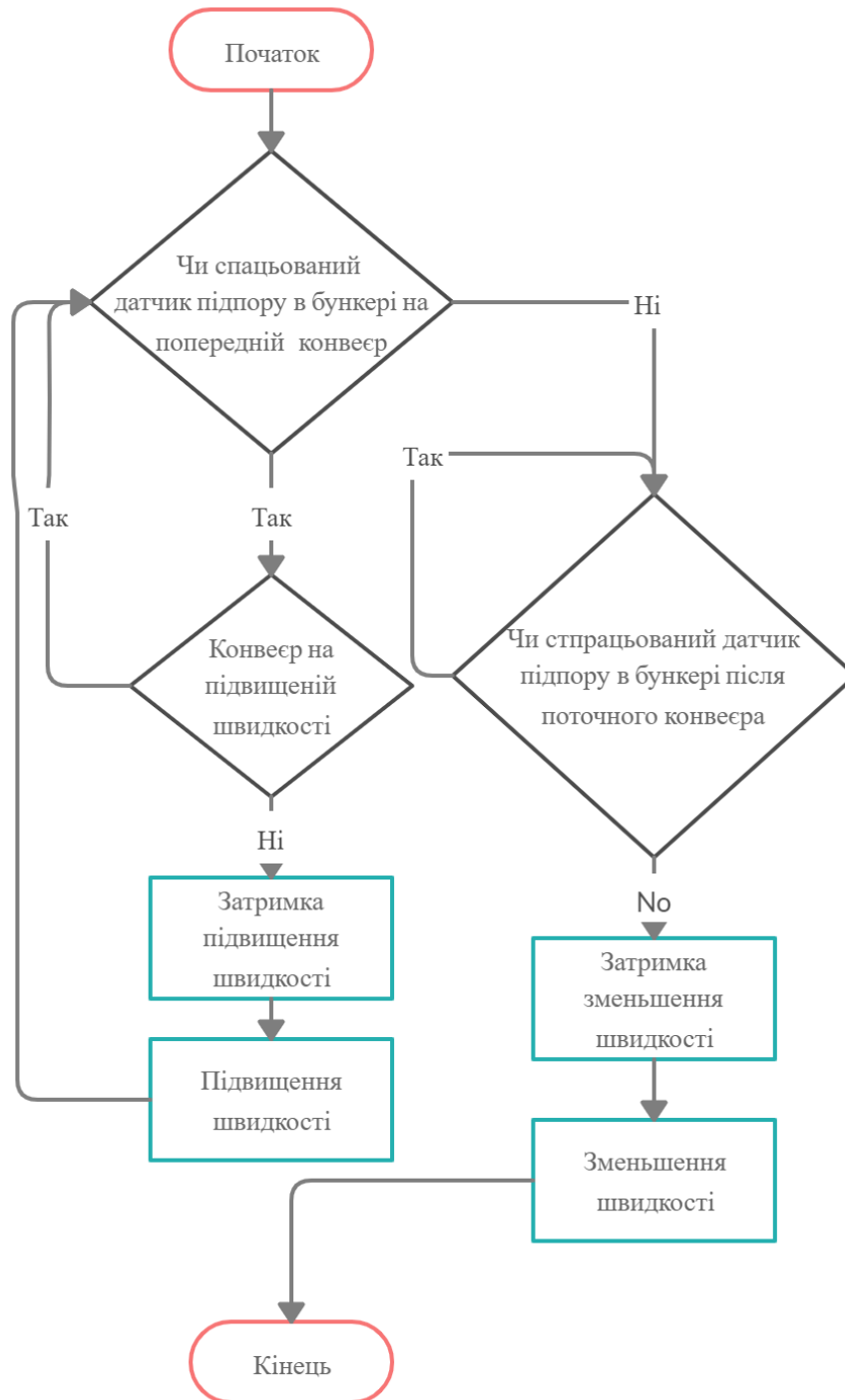


Рисунок 2 – Модернізований алгоритм дискретного запуску секцій стрічкового конвеєра

Сформульовані задачі розробки ПЗ для системи дискретного запуску конвеєрів з підвищеною енергоефективністю на базі контролера Siemens Simatic S7-1500.

У **третьому** розділі розглянуто особливості програмування ПЛК в залежності від моделі контролера.

Обґрунтовано вибір середовища програмування TIA Portal та мови програмування LAD. Адже TIA Portal є інтегрованим середовищем розробки програмного забезпечення систем автоматизації технологічних процесів, починаючи від рівня приводів й контролерів і до рівню людино-машинного інтерфейсу; втіленням концепції комплексної автоматизації та розвитком сімейства автоматизаційних систем Simatic від Siemens AG, що має еволюційний характер.

Розроблено ПЗ керування дискретним запуском конвеєра у середовищі програмування ПЛК – TIA Portal (рис. 3).

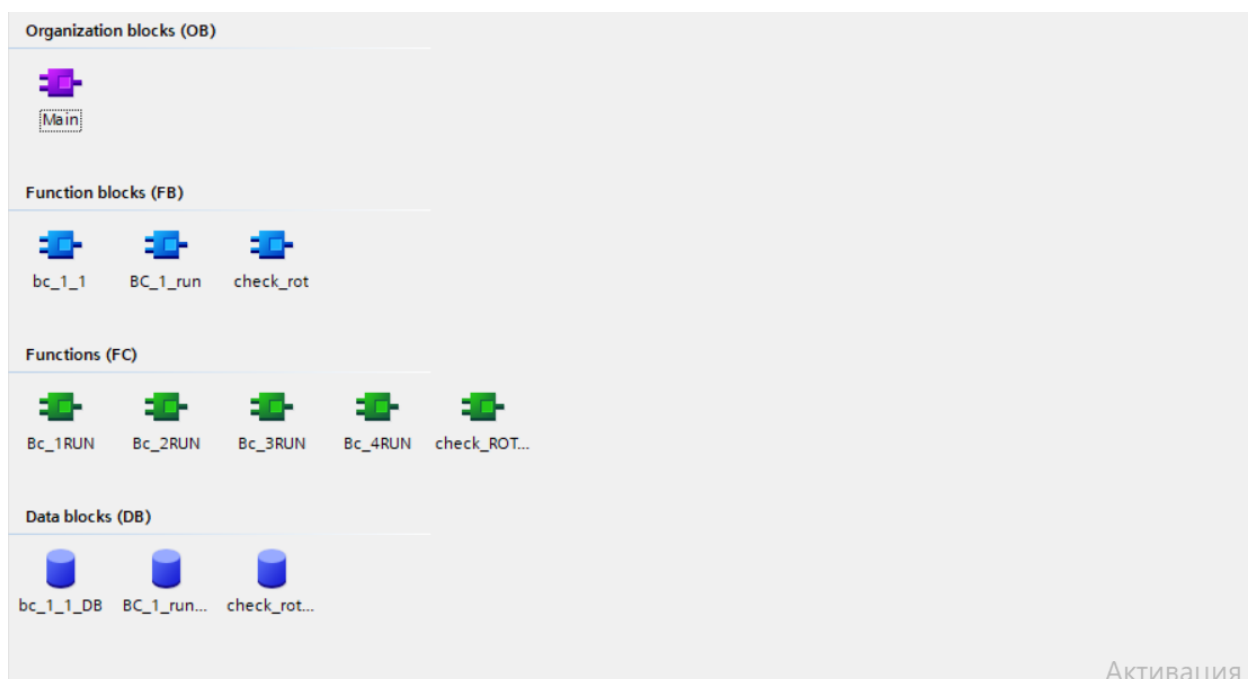


Рисунок 3 – Загальний вигляд програми для ПЛК S7-1500

Описаний функціонал середовища програмування TIA Portal V15.

Наведений аналіз проведених вимірів.

У **спеціальній частині** «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» здійснюється мета сприяння створенню безпечних умов праці на



робочу місці працівників «ГРІНТУР-ЕКС» при небезпечних умовах, таких як робота на висоті, в замкненому просторі, із небезпечною енергією, із пересувним та вантажопідйомним обладнанням. Для цього було поставлено наступні завдання:

- створення безпечних умов праці зі стрічковими, ланцюговими, безроликowymi та аерожолобовими транспортерами;
- ознайомлення з надзвичайними ситуаціями, їх аналіз з метою розуміння причин нещасного випадку та шляхи запобігання даної події;
- розробка програми навчання працівників діям під час конкретної надзвичайної ситуації;
- розробка інструктажу щодо поведінки у випадку надзвичайної події.

## **ВИСНОВКИ**

Дана дипломна робота присвячена розробці автоматизованої системи дискретного управління конвеєрами. Для виконання завдання проведено огляд систем автоматизації багатосекційних стрічкових конвеєрів, що дає змогу визначити необхідність підвищення енергоефективності технологічного процесу перевалки зернових продуктів за рахунок зниження відсотка секцій, що працюють на холостому ході.

Розроблено концептуально нове рішення системи автоматизації багатосекційного стрічкового конвеєра, а саме: встановлення на маршруті конвеєру додаткових датчиків рівня заповнення бункерів, керованих датчиків підпору, зі зведенням показників на ПЛК Siemens Simatic S7-1500 та керуванням на їх основі швидкістю руху ненавантажених секцій.

Розроблений модернізований алгоритм дискретного запуску секцій стрічкового конвеєра з підвищеною енергоефективністю на базі ПЛК Simatic S7-1500, наведені розрахунки отриманої енергоефективності.

Розроблено програмне забезпечення автоматизованої системи, що управляє послідовним підключенням та уповільненням руху ненавантажених сегментів конвеєрного комплексу.

Проведені експериментальні дослідження розробленого рішення для потреб підприємства ТОВ «ГРІНТУР-ЕКС», що займається перевалкою зернових вантажів. Доведено, що впровадження запропонованого рішення зменшує енергоспоживання конвеєрів маршруту в місяць на 12,5 %.

У спеціальному розділі з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях проаналізовано умови праці зі стрічковими, ланцюговими, безроликowymi та аерожолобовими конвеєрами на ТОВ «ГРІНТУР-ЕКС». Виконано аналіз надзвичайної ситуації при роботі з транспортером, розроблено програму навчання працівників діям під час надзвичайної ситуації та інструктаж.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Сафронов К. Е., Журавська І. М. Система дискретного запуску конвеєрів з підвищеною енергоефективністю на базі контролера Siemens Simatic. *Могілянські читання – 2019* : тези доп. XXII Всеукр. наук.-метод. конф. Миколаїв, 11–14 листоп. 2019 р. Миколаїв : Вид-во Чорном. нац. ун ту ім. Петра Могили, 2019. С. 82–91.

## АНОТАЦІЯ

**Сафронов Кирило Едуардович. Система дискретного запуску конвеєрів з підвищеною енергоефективністю на базі контролера Siemens Simatic.** – На правах рукопису.

Магістерська наукова робота на здобуття освітньої кваліфікації «Магістр комп'ютерної інженерії». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2020.

Дана дипломна робота присвячена розробці автоматизованої системи управління конвеєрним комплексом з підвищеною енергоефективністю. В роботі розглянуто архітектуру, характеристики програмованих логічних контролерів (ПЛК), проаналізовано ринок сучасних ПЛК.

Об'єкт дослідження – процес керування рухом зернопродуктів на стрічковому конвеєрі за допомогою ПЛК Siemens Simatic.

Предмет дослідження – методи та засоби енергозбережного керування рухом зернопродуктів на багатосекційному стрічковому конвеєрі.

Мета магістерської роботи полягає у зменшенні енергоспоживання під час руху вантажу за маршрутом за рахунок реалізації дискретного запуску та уповільнення руху конвеєрів, а також умов їх настання.

Практичне значення полягає у можливості зменшення енергоспоживання конвеєрів на виробництвах, які займаються перевалкою зернових вантажів.

Дипломна робота складається з фахового розділу та спеціальної частини з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Пояснювальна записка до фахової частини дипломної роботи складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання та трьох додатків.

У вступі визначається актуальність теми та проводиться короткий огляд поставленої задачі.

У першому розділі проводиться аналіз предметної області, наведена класифікація ПЛК, виконано порівняння ПЛК різних виробників.

Другий розділ присвячено розробці концептуального рішення системи автоматизації багатосекційного стрічкового конвеєра на базі ПЛК.

У третьому розділі наведений опис процесу розробки ПЗ для реалізації дискретного запуску конвеєра.

У висновках проводиться аналіз проведеної роботи та отриманих результатів.

У спеціальному розділі з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях проаналізовано умови праці зі стрічковими, ланцюговими, безроликowymi та аерожолобовими конвеєрами на ТОВ «ГРІНТУР-ЕКС». Виконано аналіз надзвичайної ситуації при роботі з транспортером.

Магістерська робота містить 70 с. (без додатків), 33 рис., 10 табл., 24 джерела посилання.

**Ключові слова:** програмно логічний контролер (ПЛК), Siemens SIMATIC S7-1500, датчики підпору, дискретний запуск, енергоефективність, TIA Portal Step 7.

## ABSTRACT

**Safronov Kyrylo. Discreet start-up system with high energy efficiency based on Siemens Simatic controller** – On the rights of the manuscript.

Master's scientific work for obtaining an educational qualification "Master of Computer Engineering". – Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, 2020.

This thesis is devoted to the development of an automated control system for conveyor complex with high energy efficiency. The paper considers the architecture, characteristics of programmable logic controllers (PLCs), analyzes the market of modern PLCs.

The object of study is the process of controlling the movement of grain products on a belt conveyor using a Siemens Simatic PLC.

The subject of the study - methods and means of energy-efficient control of grain movement on a multi-section conveyor belt.

The purpose of the master's thesis is to reduce energy consumption during the movement of goods along the route by implementing a discrete start-up and slowing the movement of conveyors, as well as the conditions of their occurrence.

The practical importance is the possibility of reducing the energy consumption of conveyors in the industries engaged in transshipment of grain cargoes.

The thesis consists of a professional section and a special part on occupational safety and health in emergencies.

Explanatory note to the professional part of the thesis consists of an introduction, three sections, conclusions, a list of sources of links and three appendices.

The introduction defines the relevance of the topic and provides a brief overview of the task.

The first section analyzes the subject area, provides a classification of PLCs, compares PLCs from different manufacturers.

The second section is devoted to the development of the conceptual solution of the automation system of a multi-section conveyor belt based on the PLC.

The third section describes the software development process for implementing a discrete pipeline startup.

The conclusions analyze the work done and the results obtained.

In the special section on occupational safety and security in emergency situations the conditions of work with belt, chain, rollerless and air-grooved conveyors at the LLC "GRINTUR-EXS" are analyzed. The analysis of an emergency situation at work with the conveyor is carried out.

The master's thesis contains 70 p. (without appendices), 33 figures, 10 tables, 24 reference sources.

**Keywords:** software logic controller (PLC), Siemens SIMATIC S7-1500, proximity sensors, discrete start, energy efficiency, TIA Portal Step 7.