

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»
 Навчально-науковий інститут електроенергетики
 (інститут)
 Електротехнічний факультет
 (факультет)
 Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем
 (повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

здобувача вищої освіти Панасенко Юрій Костянтинович
 (П.І.Б.)

академічної групи 151-18ск-1.

(шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(офіційна назва)

на тему Автоматизація процесу управління вантажним ліфтом

(назва за наказом ректора)

Консультанти	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинг.	інституційною	
Керівник кваліфікаційної роботи	ас. Карпенко О.В.			
Провідний консультант	ас. Карпенко О.В.			
Розробка апаратного забезпечення системи керування	ст.викл. Козарь М.В.			
Визначення моделі об'єкта керування	ст.викл. Бойко О.О.			
Економічна частина	ст. викл. Яремчук І.О.			
Охорона праці	проф. Чеберячко Ю.І.			
Нормоконтролер	ас. Славінський Д.В.			

Дніпро
 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачем кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем
(повна назва)

_____ Ткачовим В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра

здобувача вищої освіти Панасенко Ю.К. академічної групи 151-18ск-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(офіційна назва)

на тему Автоматизація процесу управління вантажним ліфтом,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	Вступ. Опис технологічного процесу для об'єкта автоматизації. Огляд існуючих систем автоматизації. Стан питання. Вибір напрямку створення автоматизованої системи.	31.03.2021
Розробка апаратного забезпечення системи керування	Обрання датчиків, виконавчих пристроїв та пристрою керування, розробка структурних схем, функціональної схеми автоматизації та принципової схеми електричної.	06.05.2021
Визначення моделі об'єкта керування	Розробка методики дослідження об'єкта керування. Виконання експерименту. Обробка результатів експерименту. Створення моделі об'єкта керування. Перевірка отриманої моделі на адекватність.	25.05.2021
Економічна частина	Економічне обґрунтування доцільності витрат на створення системи керування.	02.06.2021
Охорона праці	Розробка організаційно-технічних заходів, щодо реалізації правил безпеки при експлуатації системи.	10.06.2021

Завдання видано

_____ (підпис п. конс.)

ас. Карпенко О.В.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.03.2021

Дата подання до атестаційної комісії 10.06.2021

Прийнято до виконання

_____ (підпис здобувача)

Панасенко Ю.К.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: ____ стор., ____ рис., ____ табл., ____ додат., ____ джерел.

Об'єкт розробки: автоматизована підсистема управління вантажним ліфтом.

Мета: удосконалити існуючу систему управління вантажним ліфтом.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції підсистеми управління вантажними ліфтами, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблено вибір елементної бази, визначена структура підсистеми управління.

В якості об'єкта управління виступає силовий електропривід ліфта, для якого виконується розробка підсистеми автоматичного управління переміщенням. Вхідними параметрами є сигнали положення та переміщення кабіни ліфта. Вихідними параметрами об'єкту управління є наявність команди на переміщення, переміщення з заданими параметрами та його положення.

В якості підсистеми дослідження обрана система збору інформації про об'єкт управління. Основними функціями підсистеми є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об'єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

ПІДСИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, КОНТРОЛЕР, ОБЛАШТУВАННЯ
УЗГОДЖЕННЯ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, НАДІЙНІСТЬ, ДІАГНОСТИКА,
ЗБЕРІГАННЯ, ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ, БЕЗПЕКА.

ЗМІСТ

Зміст	4
Перелік скорочень	7
Вступ.....	8
1 Стан питання та постановка завдання.....	10
1.1 Галузь промисловості	10
1.2 Технологічний процес, переміщення вантажів ліфтами	11
1.3 Об'єкт управління	14
1.3.1 Загальна характеристика об'єкта управління	14
1.3.2 Структура об'єкта керування.....	16
1.3.3 Принцип функціонування об'єкта керування	19
1.4 Формулювання задачі дослідження	28
1.5 Висновки по розділу	29
2 Розробка апаратного забезпечення системи управління.....	30
2.1 Розробка структурної схеми підсистеми управління	30
2.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків.....	31
2.3 Вибір апаратного забезпечення підсистеми управління.....	33
2.3.1 Вибір датчиків	33
2.3.2 Вибір виконавчих пристроїв	37
2.2.4 Вибір джерел живлення.....	46
2.4 Розробка функціональної схеми автоматизації.....	48
2.5 Розробка схеми електричної принципової	49
2.6 Висновки по розділу	51
3 Визначення моделі об'єкта управління	52
3.1 Розробка структурної схеми інформаційних потоків дослідницької системи	52

	5
3.2 Розробка методики дослідження об'єкта управління	53
3.3 Виконання експерименту	55
3.4 Обробка результатів експерименту	58
3.4.1 Підготовка даних.....	58
3.4.2 Структурна ідентифікація	59
3.4.3 Параметрична ідентифікація.....	61
3.4.4 Розробка моделі об'єкта управління в Simulink	65
3.4.5 Перевірка моделі на адекватність.....	66
3.5 Висновки за розділом.....	67
4 Економічна частина	68
4.1 Розрахунок капітальних витрат	68
4.1.1 Розрахунок трудомісткості розробки програмного забезпечення	68
4.1.2 Розрахунок витрат на створення програмного забезпечення.....	70
4.1.3 Розрахунок додаткових капітальних витрат.....	71
4.2 Експлуатаційні витрати	72
4.3 Оцінка економічної ефективності	74
4.4 Висновок за розділом.....	75
5 Охорона праці та безпека з надзвичайних ситуацій.....	76
5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	76
5.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці.....	76
5.3 Висновок за розділом.....	80
Висновки	82
Перелік посилань.....	83
Додаток А	87
Додаток Б.....	88
Відгуки консультантів кваліфікаційної роботи	89

Відгук.....	6
Рецензія	91
Рецензія	92

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ОУ – об'єкт управління;

САУ – система автоматичного управління;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина.

ВСТУП

В різних галузях народного господарства використовують підйомні механізми циклічної дії, які служать для переміщення людей, вантажів у вертикальному напрямку по чітко визначеному шляху в спеціальних вантажопідйомних пристроях – кабінах, ківшах та ін. До числа найбільш розповсюджених механізмів вертикального транспорту належать ліфти, які отримують все більше і більше використання в приміщеннях сучасних промислових підприємств та цивільних спорудах.

В світі число новобудов житлових, адміністративних і культурно-побутових будинків рік у рік безупинно збільшується. Сучасні будівельні компанії вважають, що основним завданням є не тільки збільшення квадратних метрів побудованого житла, але й ріст якості, комфортабельності та поліпшення житлових умов. Ріст чисельності населення в свою чергу значно впливає на поверховість споруд, що будуються. Вважається перспективним будівництво багатоповерхових будинків.

Ліфти є стаціонарними механізмами, які призначені для транспортування з одного поверху на інший вантажів і людей у кабінах, які переміщуються в загородженій з усіх боків шахті. На сьогоднішній день ліфти випускають з високим ступенем автоматизації операцій по відкриванню та закриванню дверей, по переміщенню і зупинці кабіни, комфортабельністю і загальною доступністю користування.

За призначенням ліфти поділяють на пасажирські, вантажні з провідником, вантажні без провідника, вантажно-пасажирські і спеціальні. За швидкістю руху кабіни – тихохідні (до 0,5 м/с), швидкохідні (до 1 м/с), швидкісні (більше 1 м/с) пасажирські ліфти.

Вантажні ліфти найчастіше працюють при швидкості руху кабіни 0,1...0,5 м/с. Вантажопідйомність вантажних ліфтів складає від 50 до 5 000 кг.

Високі вимоги безпеки використання ліфтів викликають необхідність використання спеціального обладнання, яке діє при різних пошкодженнях чи аваріях. На валу двигуна встановлюється електромагнітне гальмо, яке зупиняє

двигун при знятті напруги з двигуна при нормальній роботі та в аварійних режимах. Для запобігання від удару кабіни і противаги в підлогу шахти при відмові спрацювання кінцевих вимикачів, які обмежують рух кабіни в крайніх точках, служать масляні чи пружинні буфери, на які опускається кабіна чи противага. Щоб запобігти падінню кабіни при обриві канатів, чи при русі зі швидкістю, що перевищує задану використовують спеціальні вловлювачі, що встановлюються в нижній частині кабіни з клиновидними чи кліщовими захватами, губки яких захоплюють і не тільки гальмують кабіну, але й утримують її в нерухомому стані після зупинки.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Галузь промисловості

Пристрої для підйому вантажів використовувалися ще у стародавньому світі, однак, лише у 1853 р. американець Елайша Грейвз Отіс сконструював перший ліфт, безпечний для людей, винахід містив спеціальні «вловлювачі», які унеможливлювали падіння підйомника у випадку обриву канату. Цей винахід відкрив дорогу для ери хмарочосів, проте, процес удосконалення підйомних механізмів тільки набирив обертів.

Сучасна міська забудова немислима без використання ліфтової техніки. За даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, кількість ліфтів в Україні на сьогоднішній день складає майже 86 тис. од. Зосереджено дане обладнання в основному в Києві та інших великих містах з висотною забудовою (рис. 1.1). Граничний термін експлуатації складає 25 років, після чого повинна здійснюватися модернізація або заміна ліфтового обладнання. В даний час з перевищенням граничних термінів використовується більше 60% українських ліфтів.

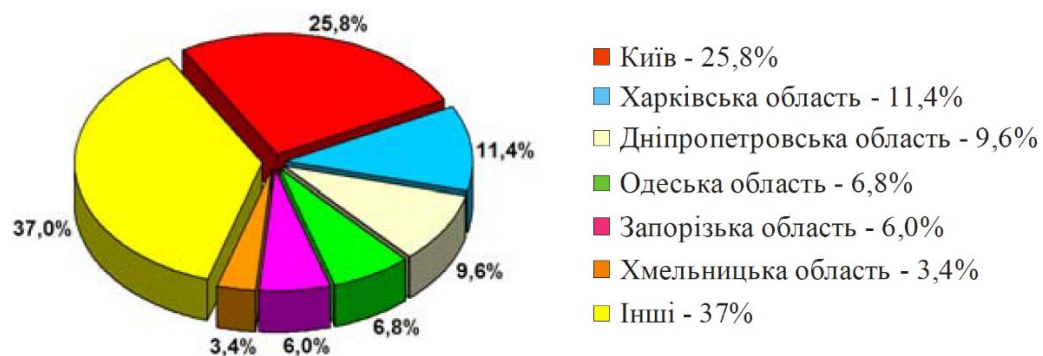


Рисунок 1 - Структура парку ліфтів в Україні станом на 2017 рік

Ліфтове обладнання, представлене на українському ринку, має як вітчизняне, так і імпордне походження. Поставки ліфтів здійснювалися з Білорусії (ОАО «Могилевліфтмаш»), Росії (ПАО «КМЗ», ОАО «Щербинский ліфто-будівельний завод») Китаю (SJEC, KOYO), Туреччини («HAS», «SAHLIFT»), Польщі («PILAWA») та інших країн таких відомих торговельних марок, як «OTIS», «SCHINDLER», «ThyssenKrupp».

1.2 Технологічний процес, переміщення вантажів ліфтами

В сучасному світі завдяки розвитку технологій ліфт став не елементом розкоші, а життєва необхідним засобом пересування. Тому десятки фірм у всьому світі працюють над тим, аби зробити ліфт надійнішим, безпечнішим, економнішим, швидшим та комфортнішим.

Сьогодні ліфти встановлюють у торгових та ділових центрах, готелях, аеропортах, спортивних комплексах, лікарнях, житлових багатоповерхівках і навіть у приватних котеджах. Ліфти транспортують не лише пасажирів, але й вантажі - від обідів у готелі до автомобілів та кілька тонн вантажів (вантажопідйомність таких ліфтів від 5 кг до 80 тонн).

Основними світовими виробниками ліфтових систем є компанії Otis Elevator, Schindler, Kone, Thyssen, концерн Mitsubishi.

В Україні значну частку займає і продукція російських ліфто-будівних заводів - Качаровський механічний завод (КМЗ) та Щербинський ліфто-будівний завод (ЩЛЗ), Могилівський ліфто-будівний завод.

Вибір ліфта починається, насамперед, із планування технічних характеристик майбутнього засобу пересування, зокрема, енергоспоживання, безпеки, вантажопідйомності, максимальної висоти підйому, швидкості руху та розміру кабіни.

Усі ці параметри визначаються залежно від розмірів та призначення будівлі. Наприклад, в офісних приміщеннях пасажиропотік, як правило, вищий, ніж у житлових будинках, що має збалансовуватися кількістю ліфтів або швидкістю їх руху. У лікарнях розмір кабіни повинен дозволяти перевезення хворих на ліжках. У торгових центрах та складських приміщеннях вантажні ліфти мають витримувати габарити та вагу всього товаропотоку. Тому для забезпечення розмаїття попиту виробники розробляють окремі моделі ліфтів для різних видів споживачів.

Залежно від основних технічних характеристик формується й вартість ліфта. Ціна зростає при збільшенні висоти підйому.

Від конструкції ліфтової системи залежить її габаритність, зокрема, глибина приямку шахти, висота останнього поверху, наявність машинного приміщення. Електричні ліфти використовуються у середньо— та багатоповерхових будівлях з інтенсивним пасажиропотоком. Гідравлічні ліфти призначені для малоповерхових будинків із середньою інтенсивністю пасажиропотоку, де прийнятна невисока швидкість кабіни. Як правило, у гідравлічних системах машинне приміщення - значно менших розмірів і може бути розташоване на деякій відстані від шахти ліфта. Еволюція ліфто-будівної галузі прямує до компактніших ліфтових систем.

Еволюційний процес проявився і у вдосконаленні дверей кабіни ліфта та шахти. Якщо раніше використовувалися двері центрального відкривання, коли їхні стулки рухались у паралельних площинах у різні боки, то зараз популярні двері телескопічного відкривання, стулки яких рухаються в паралельних площинах в одну сторону, заходячи одна за одну. Їхнє використання дозволяє істотно зменшити ширину шахти і вивільнити додаткову площу будівлі. А у великих вантажних ліфтах застосовують двері гільйотинного типу, стулки яких відкриваються вертикально.

Щодо дизайну кабіни, то тут асортимент неймовірно широкий - від металевих щитів, які обробляються емаллями із широкою гамою відтінків до обшивки панелями із нержавіючої сталі, ламінованого пластику, різноманітних порід дерева, керамічної плитки і навіть мармуру. Ліфт може бути обладнаний поручнями і дзеркалом. Залежно від дизайну та облицювання ціна кабіни може зростати в 1,2...1,7 раз. Особливої уваги потребують панорамні ліфти, які слугують не лише для транспортування, але й для прикраси будівлі. Такі ліфти можуть мати різноманітну форму - починаючи від звичайних пасажирських ліфтів із однією прозорою стіною і закінчуючи скляними багатогранниками або круглою кабіною з прозорими круглими дверима і оглядом на 360 градусів.

Для підвищення комфортності та продуктивності роботи ліфтів використовують «розумні» системи управління, побудовані на мікропроцесорному керуванні. Якщо груповим управлінням ліфтів, розташованих поруч, та можливістю здійснення попутних зупинок вже нікого не

здивуєш, то застосування програми оптимізації руху ліфтів (наприклад, Miconic 10) обмежене. Принцип роботи таких систем управління базується на тому, що поверх призначення вводиться ще до входу в ліфтову кабіну. Таким чином, пасажери із однаковим поверхом посадки і призначення групуються разом, що дозволяє зменшити кількість зупинок кабіни. В адміністративних будинках та готелях може використовуватись система персоналізації пасажирів. «Впізнання» пасажера здійснюється під час входу в ліфт за індивідуальним пін-кодом або мікрочіпом, який може бути вмонтований у годинник чи брелок. Після ідентифікації пасажера системою обирається програма його обслуговування: обмеження доступу на певні поверхи; унеможливлення знаходження в одній кабіні несумісних пасажирів; режим руху без проміжних зупинок; виведення на екрани, які встановлюються біля входу в ліфт і в кабіні, останніх новин, прогнозу погоди, біржових індикаторів, улюблених пейзажів тощо. Після терміну служби ліфта, ходові частини та системам безпеки потрібно пройти діагностику з боку відділу технічного контролю. За наслідками діагностики вичислюється термін подальшої експлуатації (зазвичай 3 роки, залежно від зносу основних вузлів). Один раз в 12 місяців проводиться технічний огляд ліфта. Відповідно до «Положення про систему запобіжних ремонтів ліфтів» проводяться капітальні ремонти, а так само щомісячні огляди. Експлуатація застарілої ходової частини не відповідає нормам експлуатації і правилам техніки безпеки. Використання ліфта в даному випадку є небезпечним для пасажирів. Проте багато квартирних товариств і комунальних-житлових управлінь ігнорують дані правила техніки безпеки, піддаючи великому ризику життя мешканців багатоповерхових будинків.

Одним з найважливіших засобів забезпечення безпечної експлуатації ліфтів є їх диспетчерський контроль і використовувані для цього диспетчерські системи. Вони забезпечують дистанційний контроль справності і доступу до ліфтового устаткування, а також переговорний гучномовний зв'язок диспетчера з кабіною і машинним приміщенням ліфта. Застосування таких систем дозволяє також скоротити витрати на обслуговуючий персонал - ліфтерів.

У наш час енергозбереження є одним з найважливіших завдань.

До енергозбереження відноситься і економія електроенергії за рахунок нових технологій. Однією з таких технологій є впровадження частотних перетворювачів в електричний привод.

1.3 Об'єкт управління

1.3.1 Загальна характеристика об'єкта управління

У цій кваліфікаційній роботі описана модернізація головного приводу ліфта, шляхом впровадження в систему управління перетворювача частоти (ПЧ), а так само заміни старого двошвидкісного двигуна на одношвидкісний.

Застосування ПЧ дозволяє поліпшити наступні параметри приводу:

- економія електроенергії;
- зниження рівня шуму;
- комфортний рух ліфта (без ривків);
- понизити витрати на експлуатацію ліфта.

Застосування одношвидкісного асинхронного двигуна (АД) загальнопромислової серії дозволяє:

- зменшити термін окупності;
- зменшити момент інерції;
- зменшити витрати на обслуговування двигуна.

Кінематична схема (рис. 1.2) є схемою взаємодії основних вузлів ліфта, на якій показані сили взаємодії. Кабіна ліфта закріплена до тягового каната, який проходить через канатоведучий шків (КВШ) і прикріплюється до противаги. Двигун лебідки при подачі на нього напруги, починає обертатися, через редуктор обертальний рух поступає на КВШ. Канатоведучий шків і тяговий канат перетворюють обертальний рух в поступальний. Кабіна ліфта починає підніматися. Урівноважуючий канат потрібний для компенсації ваги тягового каната. Гальмо служить для зупинки обертання двигуна, щоб кабіна точно зупинилася на рівні поверху (± 3 см), а також для утримання її на місці.

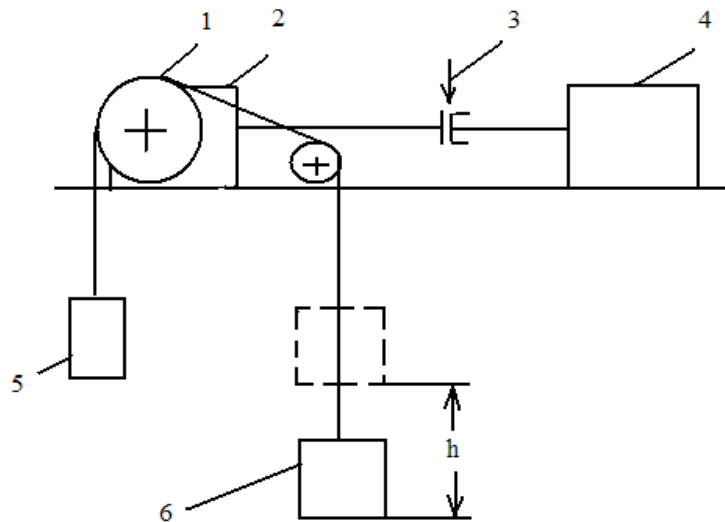


Рисунок 1.2 – Кінематична схема вантажного ліфта

1 – канатоведучий шків; 2 – редуктор; 3 – гальмівний шків;
 4 – електродвигун; 5 – клітка; 6 – противага

Ліфт складається із складових частин, розміщених в шахті і машинному приміщенні. Машинне приміщення і шахту ліфта утворюють будівельні конструкції будівлі (цегляна кладка, бетонні блоки).

Основними складовими частинами ліфта є: лебідка, кабіна, противага направляючі кабіни і противаги, двері шахти, обмежувач швидкості, електроустаткування і електророзвідка. Транспортування пасажирів і вантажів здійснюється в кабіні, яка переміщається по вертикальним направляючим. Пересування кабіни і противаги здійснюється лебідкою встановленою в машинному приміщенні, за допомогою тягових канатів. Там же розміщені обмежувач швидкості, пристрій управління, ввідний пристрій.

У нижній частині шахти (прямці) розташований натягувач каната обмежувача швидкості, пов'язаний за допомогою каната з обмежувачем швидкості, а також буферні пристрої кабіни і противаги. Для входу в кабіну і виходу з неї шахта по висоті має ряд отворів закритих дверима шахти. Відкривання і закривання дверей здійснюється за допомогою приводу, встановленого на кабіні. Двері шахти відкриваються тільки тоді, коли кабіна знаходиться на потрібному поверсі. У разі відсутності кабіни на поверсі відкривання дверей шахти зовні можливо тільки спеціальним ключем.

Загальний принцип роботи ліфта наступний - при натисненні кнопки виклику в електроапаратуру управління ліфтом подається електричний імпульс (виклик). Якщо кабіна знаходиться на поверсі, з якої поступив виклик, відкриваються двері кабіни і шахти на цьому поверсі, якщо кабіна відсутня, то подається команда на її рух. У обмотку електродвигуна лебідки і в котушку електромагніту, гальма подається напруга, колодки гальма розтискають ротор електродвигуна і той починає обертатися, забезпечуючи за допомогою черв'ячного редуктора обертання канатоведучого шківів, який за рахунок сил тертя приводить в рух кабіну і противагу.

При підході кабіни до потрібного поверху система управління ліфтом перемикає електродвигун лебідки на роботу зі зниженою частотою обертання ротора. Швидкість руху кабіни знижується і в мить, коли поріг підлоги кабіни поєднується з рівнем порогу дверей шахти, кабіна зупиняється, включається в роботу привод дверей, двері кабіни і шахти відкриваються.

При натисненні на кнопку потрібного поверху, розташованого в кабіні, закриваються двері кабіни і шахти, і кабіна вирушає на поверх, кнопка якого натиснута. Після прибуття на необхідний поверх і виходу пасажирів, двері закриваються, і кабіна стоїть на поверсі до тих пір, поки не буде знову натиснута кнопка будь-якого виклику.

1.3.2 Структура об'єкта керування

Важливим елементом ліфта є електропривод. Найчастіше це редукторні асинхронні одношвидкісні або асинхронні двошвидкісні лебідки. Такі електроприводи широко використовуються дотепер, однак мають ряд істотних недоліків технічно-економічного характеру: великі масо-габаритні показники, значне споживання електроенергії та низький ККД, потребують регулярного технічного обслуговування (заміна масла, ущільнювальних сальників, тощо).

Сучасним напрямком розвитку приводної техніки є використання безредукторного електроприводу, позбавленого зазначених недоліків. Закордонні безредукторні електроприводи виготовляють із використанням синхронних двигунів з постійними магнітами. Однак у нашій країні широке

застосування одержали безредукторні електроприводи, виконані на базі асинхронних двигунів (АД) вітчизняного виробництва.

У відповідності зі сказаним, метою даної роботи є вдосконалювання техніко-економічних показників ліфтових установок з безредукторним електроприводом на базі частотна-керуваного тихохідного асинхронного двигуна, дослідження особливостей такого електроприводу і розробка методики його дослідження та ідентифікації, як об'єкта управління.

До переваг регульованого безредукторного електроприводу в порівнянні з нерегульованим редукторним можна віднести: відсутність редуктора, більш висока комфортабельність ліфта, зменшення рівнів шуму та вібрацій, енергозбереження, спрощення та здешевлення обслуговування електроприводу, скорочення розмірів машинного приміщення, та ін.

Найважливішими вимогами до електроприводу ліфта, обладнаного безредукторною лебідкою на основі тихохідного асинхронного двигуна є забезпечення точної зупинки і плавності руху. Точність автоматичної зупинки кабіни ліфта в експлуатаційних режимах роботи не повинна бути вище і нижче поверхової площадки більш ніж на 20 мм, у випадку одночасної роботи дверей кабіни і шахти ця величина може бути збільшена до 35 мм. Недостатня точність зупинки знижує продуктивність ліфта, зменшується комфортабельність і безпека його використання. А відхилення робочої швидкості руху кабіни від номінальної повинно бути в межах $\pm 15\%$.

Рух кабіни пасажирського ліфта відбувається за оптимальним законом, якщо ліфт забезпечує максимальну продуктивність при дотриманні необхідних умов комфортності, мінімум первісних і експлуатаційних витрат і має обмежену по максимуму швидкість руху кабіни. У цьому випадку оптимальна діаграма руху кабіни (рис. 1.3) має однакові по тривалості інтервали пуску і зупинки, протягом яких прискорення і ривок швидкості не перевищують максимально допустимих значень, і інтервал рівномірного руху, протягом якого швидкість руху кабіни не перевищує максимального значення. Режим роботи електроприводу ліфта характеризується частими увімкненнями і вимкненнями. При цьому можна виділити наступні етапи руху:

- стартове прискорення електродвигуна;
- рух зі сталою рівномірною швидкістю;
- зменшення швидкості при підході до поверху призначення (безпосередньо до нуля або до малої швидкості дотягування);
- гальмування до повної зупинки кабіни ліфта на поверсі призначення з необхідною точністю.

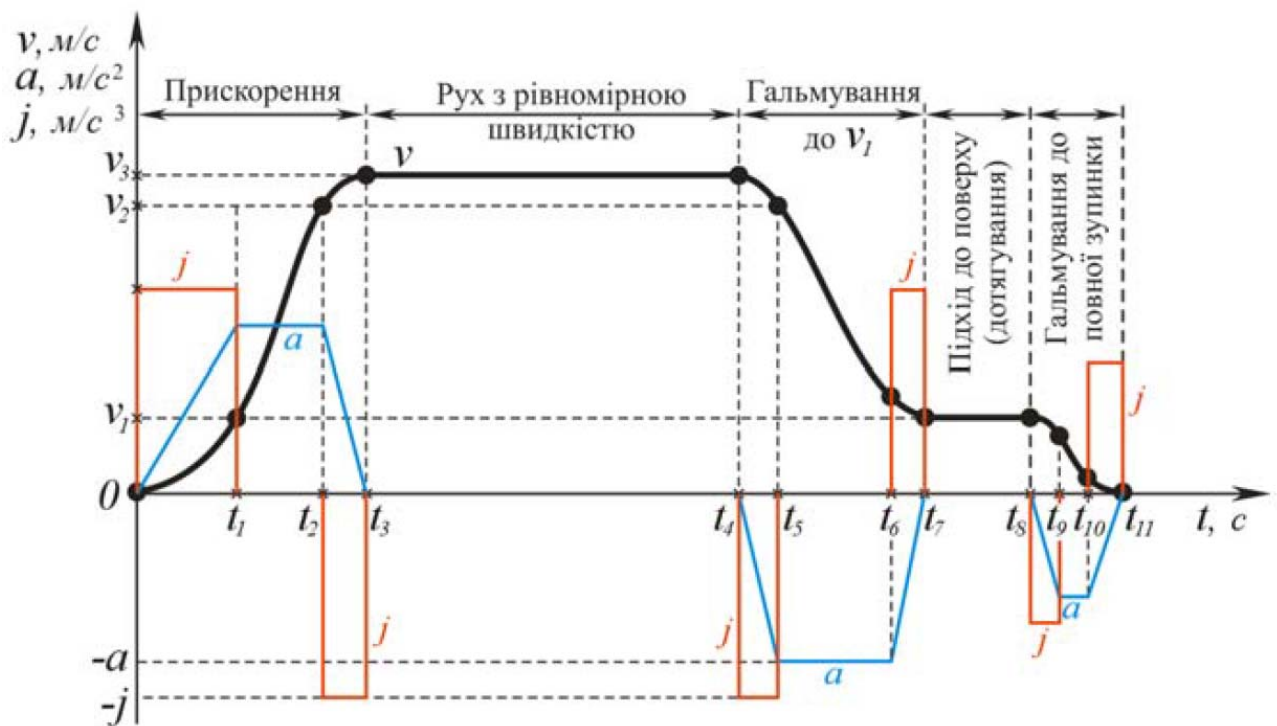


Рисунок 1.3 - Оптимальна діаграма руху кабіни ліфта

v – швидкість; a – прискорення; j – ривок

Дотримання оптимальності руху кабіни в істотній мірі, залежить від структури електроприводу і системи його керування і, в основному, полягає в обмеженні прискорень a кабіни та їх похідних – ривків j :

$$j = \frac{da}{dt} = \frac{d^2v}{dt^2} = \frac{d^3r}{dt^3}, \quad (1.1)$$

де v – швидкість;

a – прискорення;

r – радіус-вектор переміщення.

Плавність руху кабіни кількісно визначається значенням прискорення при розгоні. Максимальне прискорення кабіни при експлуатаційних режимах не повинне перевищувати $- 2 \text{ м/с}^2$; для ліфтів у лікувально-профілактичних установах $- 1 \text{ м/с}^2$. При зміні прискорення руху збільшуються навантаження на конструктивні елементи ліфта та з'являються неприємні відчуття в пасажирів, тому що вестибулярний апарат людини чутливий до значення ривка. Максимальне значення ривка документально не обмежується, але зазвичай обмежується на рівні $3 \dots 10 \text{ м/с}^3$. Максимальна величина уповільнення кабіни під час зупинення кнопкою «Стоп» або спрацювання іншого вимикача безпеки – не більше ніж 3 м/с^2 . Частота включень на годину для пасажирських ліфтів повинна становити $100 \dots 240$, а для вантажних – $70 \dots 100$ при тривалості включень $15 \dots 60\%$.

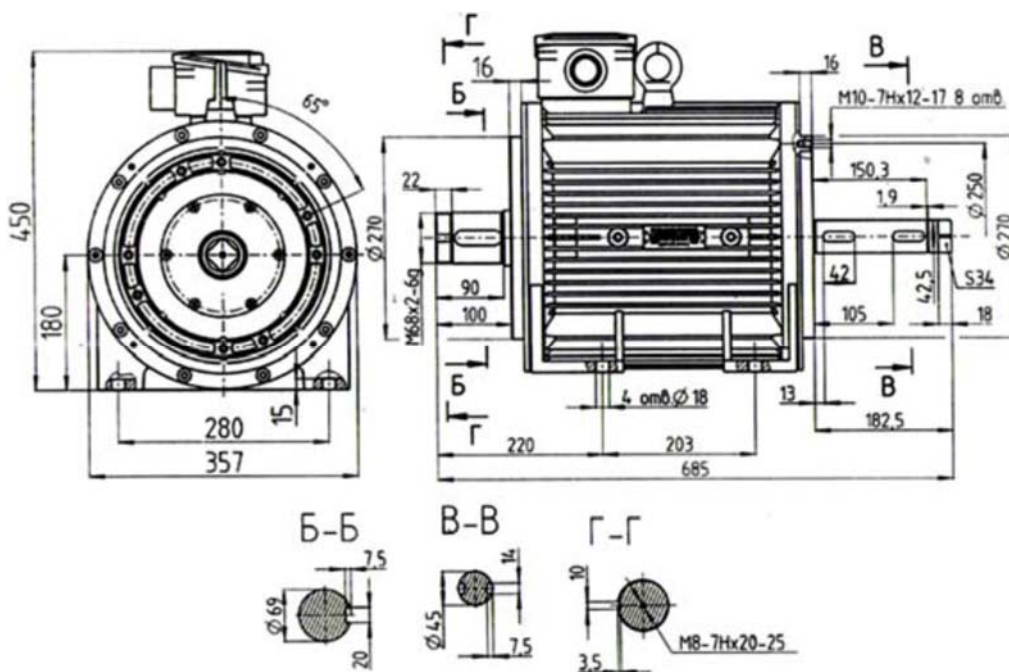
Зупинка кабіни повинна супроводжуватися накладенням механічного гальма. Відключення електродвигуна при зупинці кабіни повинно відбуватися після накладення гальма. Зняття механічного гальма повинне бути можливо тільки після створення (електричного моменту, достатнього для нормального розгону електродвигуна. В асинхронних редукторних електроприводах виконання цієї вимоги зазвичай забезпечується тим, що напруга живлення подається на електродвигун одночасно з подачею напруги на електромагніт гальма. В електроприводах постійного струму перед зняттям гальма на схему керування зазвичай подають сигнал задання моменту і струму двигуна, достатнього для втримання кабіни на рівні площадки без гальма (задання початкового струму).

1.3.3 Принцип функціонування об'єкта керування

Використання АД для побудови безредукторного електроприводу ліфта є нестандартним рішенням. Важливим завданням є експериментальна перевірка особливостей безредукторного частотно-керованого електроприводу з тихохідним асинхронним двигуном шляхом проведення його випробувань на діючих ліфтових установах (теплові випробування, вимірювання змінних

електроприводу, точності зупинки, шумів і вібрацій, перевірка запасу механічних моментів).

В Україні широке застосування одержали безредукторні електроприводи, виконані на базі асинхронних низькооборотних (тихохідних) двигунів, прикладом яких є серія асинхронних ліфтових двигунів Харківського електротехнічного заводу: АДБ160L6/18ЛБУЗ, АДБ180М6/18ЛБУЗ і АДБХ180L12ЛБУЗ (рис. 1.4, табл. 1.1). Двигуни АДБ призначені для редукторних приводів ліфтів, а АДБХ180 – для безредукторних приводів ліфтів, при роботі разом із частотним перетворювачем.



а)



б)

Рисунок 1.4 - Асинхронний двигун АДБХ180L12ЛБУЗ (а) та ліфтова безредукторна лебідка ЛЛБ-06 (б) створена на його базі

Таблиця 1.1 - Двигуни серії АДБ

№ з/п	Серія, тип	Потужність, кВт	Напруга, В	Синхронна частота обертання, об/хв.	ККД, %
1	АДБ160L6/18ЛБУЗ	3,55/1,18	380	1000/333	70/40
2	АДБ180М6/18ЛБУЗ	4,2/1,25	380	1000/333	73/42

Таблиця 1.2 - Двигун серії АДБХ

Назва параметра	Значення параметра для режиму		
	Ревізії об'єкту	Мінімального	Номінального
Потужність, кВт	0,637	3,520	6,750
Частота обертання, об/хв.	56,000	134,000	203,000
Лінійна напруга, В	150,000	275,000	380,000
Частота живлення, Гц	6,000	15,000	24,000
Струм, А, не більше	23,500	17,000	21,000
Номінальний момент, Н*м, не менше	110,000	250,000	320,000
ККД, %, не менше	15,000	62,500	35,500
cos Ψ , град.	0,795	0,822	0,912

На базі двигуна АДБХ180L12ЛБУЗ створена ліфтова безредукторна лебідка ЛЛБ-06 для ліфтів вантажопідйомністю 400-630 кг зі швидкостями руху 1-1,6 м/с з поліспапним підвісом кабіни.

Канатоведучий шків (КВШ) установлюється безпосередньо на вал електродвигуна. Зі зворотної сторони двигуна на вал установлюються електромагнітні гальма і датчик швидкості. Охолодження електродвигуна – природна конвекція, без вентилятора на валу. В обмотку вбудований температурний захист; клас стійкості до нагріву ізоляції – Н (150°C) з перевищенням температури обмоток до 110°C. Режим роботи – повторно-короткочасний (S5 за ГОСТ 183) з розгоном і роботою при великій частоті обертання, наступним перемиканням і роботою з меншими частотами обертання і паузою.

Однак практика експлуатації такої лебідки показала, що дана конструкція має ряд недоліків, серед яких основними є важкість керування (підбір необхідних параметрів частотного перетворювача) і проблематичність точних зупинок. Перша проблема пов'язана зі «специфічними» параметрами самого двигуна: частота обертання, пускові струми, діапазон робочих напруг в різних режимах, тощо. Забезпечення оптимального поєднання цих параметрів практично неможливе на більшості ліфтових частотних перетворювачах.

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики безредукторної ліфтової лебідки ЛЛБ-06

Технічні характеристики	Значення
Номінальна вантажопідйомність ліфта, кг	630
Допустиме навантаження на вісь, кг	1600
Поліспастичний підвіс	2:1
Швидкість підйому кабіни ліфта, м/с	1,6
Маса кабіни, кг	700
Міжцентрова відстань між осями кабіни й противаги, мм	930
Кількість тягових канатів, шт.	4
Діаметр тягового каната, мм	8
Діаметр КВШ, мм	320
Діаметр валу двигуна під гальмо, мм	45
Виліт валу двигуна, мм	200
Номінальна потужність двигуна, кВт	6,4
Номінальна частота обертання двигуна, об/хв.	191
Діапазон регулювання частоти обертання двигуна	40-250 об/хв. або 5-30 Гц
Номінальна напруга живлення двигуна, В	380
Номінальна частота живлення двигуна, Гц	24
Номінальний обертовий момент двигуна, Н*м	320
Тип гальма	дисковий
Номінальний статичний гальмівний момент, Н*м	470x2
Рід струму гальма	постійний
Напруга гальма, В	205
Корегований рівень звукової потужності, не більше	78
Максимальне число включень за годину (ДСТ 22011-95)	150
Розмір двигуна по лапам, мм	203□280
Маса двигуна (для чавунного виконання оболонки), кг	220

Налаштування потребує доступу до технологічних та часто закритих пунктів меню частотних перетворювачів, тісного контакту із заводами-виробниками перетворювальної техніки. Все це призводить до технічно та економічно важких рішень запуску та налаштування безредукторних лебідок на базі асинхронних тихохідних двигунів. Друга проблема більш критична, так як має комплексний характер і пов'язана із забезпеченням точних зупинок. Відсутність редуктора призводить до варіативних і важко контрольованих «відкатів» двигуна як при старті так і при зупинці. Проблема також ускладнюється тісною залежністю від навантаження (дисбалансу) кабіни: чим більший дисбаланс тим менша точність попадання на зупинки – до 200 мм (що у десятеро більше допустимих норм).

Для розрахунку статичних і динамічних характеристик електроприводу з тихохідним асинхронним двигуном значний інтерес представляє розробка математичного опису і методики розрахунку параметрів схеми заміщення, ідентифікації моделі та моделювання її роботи.

Окрім розгляду електричних характеристик, слід спів ставити сумарні моменти інерції безредукторної тихохідної лебідки на базі асинхронного двигуна і редукторної двошвидкісної з асинхронним двигуном, як типового і масового представника застарілих редукторних приводів.

Типова конструкція ліфта з таким електроприводом схематично показана на рис. 1.5, а результати розрахунку приведенного до валу двигуна моменту інерції для редукторних лебідок виробництва «спів ставити» наведені в табл. 1.4.

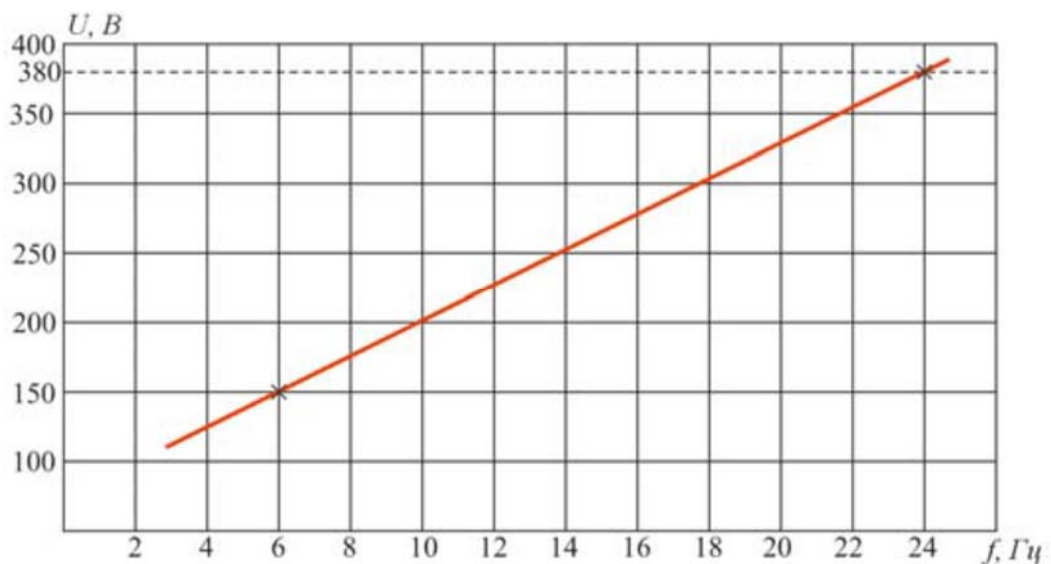


Рисунок 1.5 - Залежність робочої напруги від частоти ліфтової безредукторної лебідки на базі асинхронного го двигуна АДБХ180L12ЛБУЗ при законі керування $M=\text{const}$

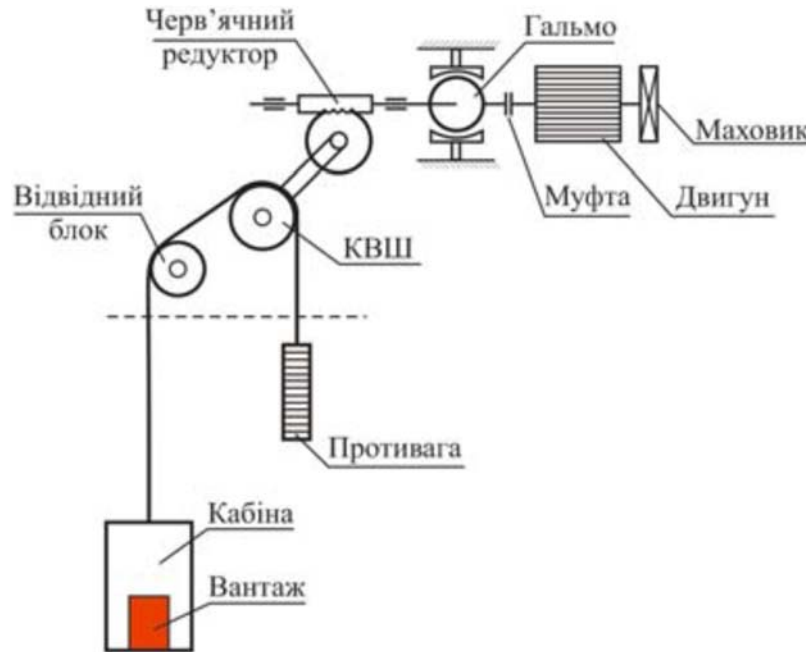


Рисунок 1.6 - Кінетична схема ліфта з редукторним електроприводом на базі двошвидкісного АД

Таблиця 1.4 - Приведені моменти інерції елементів редукторних лебідок «Могилівліфтомаш»

Вантажопідйомність і номінальна швидкість ліфта	400 кг, 1 м/с		630 кг, 1 м/с	
	$Kz * m^2$	% від $J * I$	$Kz * m^2$	% від $J * I$
Маховик	0,59	56,2	1,112	55,6
Двигун	0,21	20	0,55	27,5
Муфта	0,067	6,4	0,067	3,4
Гальмовий механізм	0,039	3,7	0,039	1,9
КВШ	0,002	0,2	0,0037	0,2
Відвідної блок	0,0015	0,1	0,0024	0,1
Канати	0,003	0,3	0,006	0,3
Кабіна	0,06	5,7	0,089	4,5
Противага	0,077	7,3	0,118	5,9
$J_{\Sigma 1}$ (при порожній кабіні)	1,05		2,00	
$J_{\Sigma 2}$ (при номінальному завантаженні кабіни)	1,08		2,05	

J_{Σ} – сумарний приведений до валу двигуна момент інерції механізму

З табл. 1.4 видно, що при використанні редукторних лебідок із двошвидкісним АД частка обертових із двигуном мас (маховик, двигун, муфта) становить 82,6% від приведеного сумарного моменту інерції. Рухомі поступально маси кабіни (з вантажем) і противаги становлять не більше 15% від сумарного моменту інерції. Також слід зазначити, що при визначенні сумарного моменту інерції редукторного електроприводу можна зневажити впливом наступних елементів: КВШ, відвідним блоком, обертовими масами

гальмівного механізму та масами канатів, які рухаються лінійно. Значення наведеного моменту інерції муфти для розглянутих лебідок відносно малі в порівнянні з моментом інерції двигуна, однак існують конструкції лебідок, у яких застосовуються масивні муфти.

Аналогічно розглянемо безредукторну лебідку ЛЛБ-06 з тихохідним асинхронним двигуном АДБХ180L12ЛБУЗ.

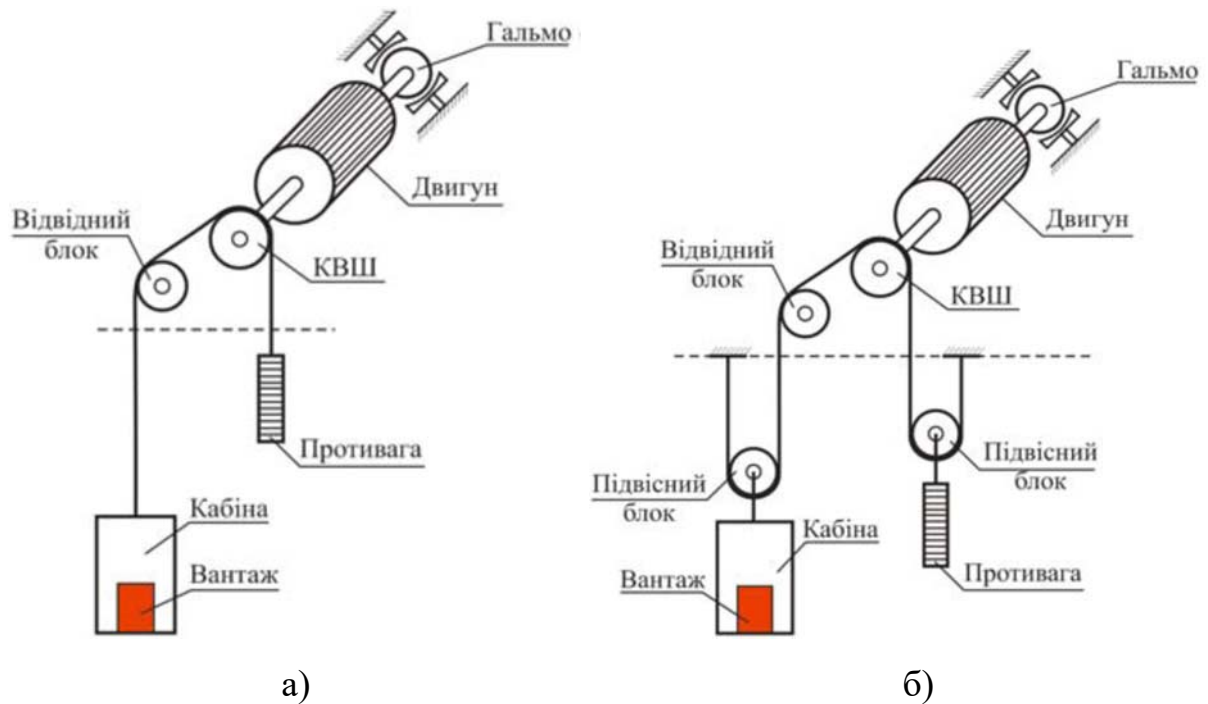


Рисунок 1.7 - Кінематичні схеми ліфтів з безредукторним електроприводом при прямому (а) і поліспастильному (б) підвісах

Таблиця 1.5 - Моменти інерції елементів безредукторних лебідок ЛЛБ-06 на базі асинхронних двигунів серії АДБХ180L12ЛБУЗ

Вантажопідйомність і номінальна швидкість ліфта	400 кг, 1 м/с		400 кг, 1 м/с		630 кг, 1 м/с	
	прямий		поліспастильний		поліспастильний	
Одиниця вимірювання	кг*м ²	% від J _{Σ1}	кг*м ²	% від J _{Σ1}	кг*м ²	% від J _{Σ1}
КВШ	0,256	0,6	0,256	2,0	0,256	1,5
Двигун	0,41	1,0	0,27	2,1	0,41	2,4
Гальмівний механізм	0,653	1,5	0,653	5,0	0,653	3,8
Відвідний блок	0,256	0,6	0,256	2,0	0,256	1,5
Канати	0,488	1Д	0,977	7,5	1,3	7,6
Кабіна	17,92	41,7	4,8	36,9	6,08	35,6
Противага	23,04	53,6	5,76	44,3	8,09	47,4
J _{Σ1} (при порожній кабіні)	43,02		13,00		17,05	
J _{Σ1} (при номінальному завантаженні кабіні)	53,26		15,56		21,05	

З аналізу табл. 1.5 слідує, що такі елементи конструкції, як КВШ, гальмівний механізм, відвідної блок при безредукторному виконанні електроприводу вносять у сумарний момент інерції співрозмірний із двигуном внесок. У випадку редукторного електроприводу впливом даних елементів можна було зневажити. Таким чином, для редукторних лебідок відношення сумарного моменту інерції електроприводу до моменту інерції двигуна становить (2,5...6):1. При використанні безредукторних лебідок дане співвідношення становить (40...60):1 при поліспаєтному і (100...128):1 при прямому підвісі. Безредукторний електропривод у порівнянні з редукторним має значно більший сумарний момент інерції. При використанні безредукторної лебідки значення сумарного моменту інерції при нульовому і номінальному завантаженню кабіни різняться на 20...25%. При використанні редукторного електроприводу – не більше ніж на 3...5% і практично не залежить від завантаження кабіни. При використанні безредукторного електроприводу значно знижується необхідна для розгону двигуна і обертових мас лебідки енергія.

Динамічні режими роботи електроприводу енергетично більш витратні відносно статичних. Для оцінки зниження витрат енергії в динамічних режимах при використанні безредукторного електроприводу становить інтерес розрахувати значення сумарної кінетичної енергії ліфтів вантажопідйомністю 400 кг і 630 кг при номінальній швидкості руху 1 м/с:

$$W = \frac{J_{\Sigma} \cdot \omega^2}{2} \quad (1.2)$$

де J_{Σ} – сумарний приведений до валу двигуна момент інерції механізму;

ω – швидкість двигуна.

У розглянутих редукторних лебідках частота обертання двошвидкісного асинхронного двигуна близько 1000 об/хв., тобто $\omega = 1000/9,55 = 104,7$ рад/с. У безредукторній лебідці ЛЛБ-06 частота обертання двигуна АДБХ180L12ЛБУЗ (згідно табл. 1.3) складає 200 об/хв., тобто

$w=200/9,55=20,9$ рад/с. У табл. 1.6 наведені результати, розрахунку при використанні редукторного та безредукторного електроприводів.

Таблиця 1.6 - Кінетична енергія ліфтів із редукторними та безредукторними лебідками

Тип, вантажопідйомність і номінальна швидкість ліфта	Редукторна лебідка «Могилевліфтмаш»		Безредукторна лебідка ЛЛБ-06 на базі двигуна АДБХ180L12ЛБУЗ		
	400 кг, 1 м/с	630 кг, 1 м/с	400 кг, 1 м/с прямий	400 кг, 1 м/с поліспастиний	630 кг, 1 м/с поліспастиний
Енергія, Дж (порожня кабіна)	5184	9864	864	1044	1332
Енергія, Дж (номінальне завантаження)	5328	10152	1044	1224	1656

З табл. 1.6 видно, що сумарна кінетична енергія ліфта з безредукторним електроприводом при номінальній швидкості в 5...6 разів менше, ніж при використанні редукторного електропривода.

Отримані результати досліджень та розрахунки були підтверджені практично і лягли в основу вирішення проблемних питань безредукторних тихохідних лебідок. Так, випробування лебідки ЛЛБ-06 на базі асинхронного двигуна АДБХ180L12ЛБУЗ без зворотного зв'язку (open loop) показали незадовільні результати і довели, що прийнятна робота в якості ліфтової лебідки в такому режимі неприпустима. Спостерігалися критичні неточності зупинки ліфта на поверсі (до 200 мм) і сильна залежність від завантаження кабіни, яка потребувала постійного підлаштування системи. Разом із тим, система "open loop" добре зарекомендувала себе з редукторними лебідками завдяки черв'ячній передачі та великій інерційності системи двигун-редуктор.

Для забезпечення комфортного, надійного пересування ліфта та задоволення вимог правил безпечної експлуатації ліфтів рекомендується наступна схема ввімкнення (рис. 1.8, б) безредукторного тихохідного двигуна. Це схема із закритим контуром (closed loop), тобто містить коло зворотного зв'язку на основі сигналів енкодера. Для спрощення і здешевлення обладнання енкодер може бути інкрементним, але бажано з великою розрізнявальною

здатністю – 2 500...5 000 імпульсів на один оберт. Зрозуміло, що абсолютний енкодер дасть кращі результати, але він має на порядки більшу вартість.

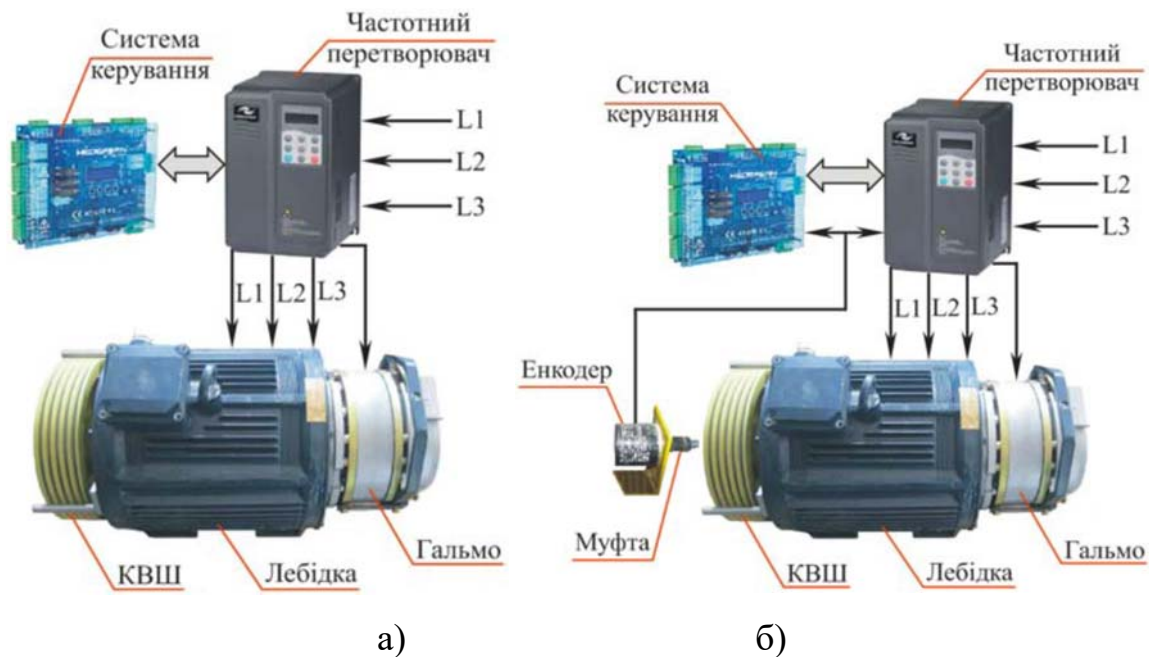


Рисунок 1.8 - Схема під'єднання лебідки ЛЛБ-06 на базі асинхронного двигуна АДБХ180L12ЛБУЗ:

а - без зворотного зв'язку (open loop); б - зі зворотним зв'язком (closed loop)

Стосовно труднощів керування та підбору необхідних параметрів частотного перетворювача – проблема вирішується вибором ліфтового частотного перетворювача, наприклад добре зарекомендували себе Omron LX, Yaskawa та Inovance.

1.4 Формулювання задачі дослідження

Необхідно розробити апаратне забезпечення системи управління, тобто розробити структурну схему системи управління, визначити інформаційні потоки, здійснити вибір апаратного забезпечення для системи управління, розробити функціональну схему автоматизації, розробити схеми електричні принципи.

Також необхідно визначити модель об'єкта управління, а саме розробити структурну схему інформаційних потоків дослідницької системи, розробити

методику дослідження об'єкта управління, виконати експеримент, здійснити обробку результатів експерименту.

1.5 Висновки по розділу

Виконання безредукторного електропривода з типовими асинхронними двигунами недоцільно, тому що при цьому потрібен перетворювач частоти із потужністю, приблизно рівною номінальній потужності двигуна. Ефективніше використовувати низькошвидкісні АД, які конструктивно відрізняється від типового тільки обмоткою статора. Використання тихохідного асинхронного двигуна в безредукторному електроприводі дозволяє мінімізувати необхідну потужність перетворювача частоти, що покращує техніко- економічні показники електроприводу. Безредукторний електропривод у порівнянні з редукторним має значно більший сумарний момент інерції. Встановлено, що при використанні безредукторного електропривода з тихохідним асинхронним двигуном кінетична енергія ліфта при номінальній швидкості менше (до 5-6 разів) ніж у випадку використання редукторного електроприводу із двошвидкісним АД. При проведенні випробування та налаштування на діючих ліфтових установках тихохідної безредукторної лебідки ЛЛБ-06 на базі асинхронного двигуна АДБХ180L12ЛБУЗ надано рекомендації по усуненню основних недоліків даного типу лебідок. За рахунок вибору частотного перетворювача та введення сигналів зворотного зв'язку вдасться досягнути підвищеної комфортності пересування ліфтів за рахунок високої плавності ходу і забезпечення точності зупинок.

У автоматичній системі управління ліфтом необхідно передбачити можливість легкого доповнення або зміни кількості функціональних можливостей у подальших вдосконалення або модернізації.

Проектована система автоматизації повинна бути виключно надійною. Для цього в цілях підтримки на найвищому рівні безпеки персоналу при експлуатації ліфтів необхідно регулярно виконувати усі необхідні для цього профілактичні заходи.

Така система може бути затребувана на будь-яких будівлях, де робиться транспортування вантажів та людей за допомогою ліфта.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

2.1 Розробка структурної схеми підсистеми управління

В якості об'єкта управління виступає вантажний ліфт, для якого виконується розробка системи управління.

Вхідними параметрами є сигнали управління силовим двигуном переміщення ліфта, двигуном приводу дверей.

Вихідними параметрами об'єкту управління є сигнали позиціонування ліфта на поверсі, наявності перешкоди зачиненню дверей ліфта, датчики кінцевого положення дверей, контролю обертів електроприводу переміщенням ліфта і кнопки управління та виклику ліфта.

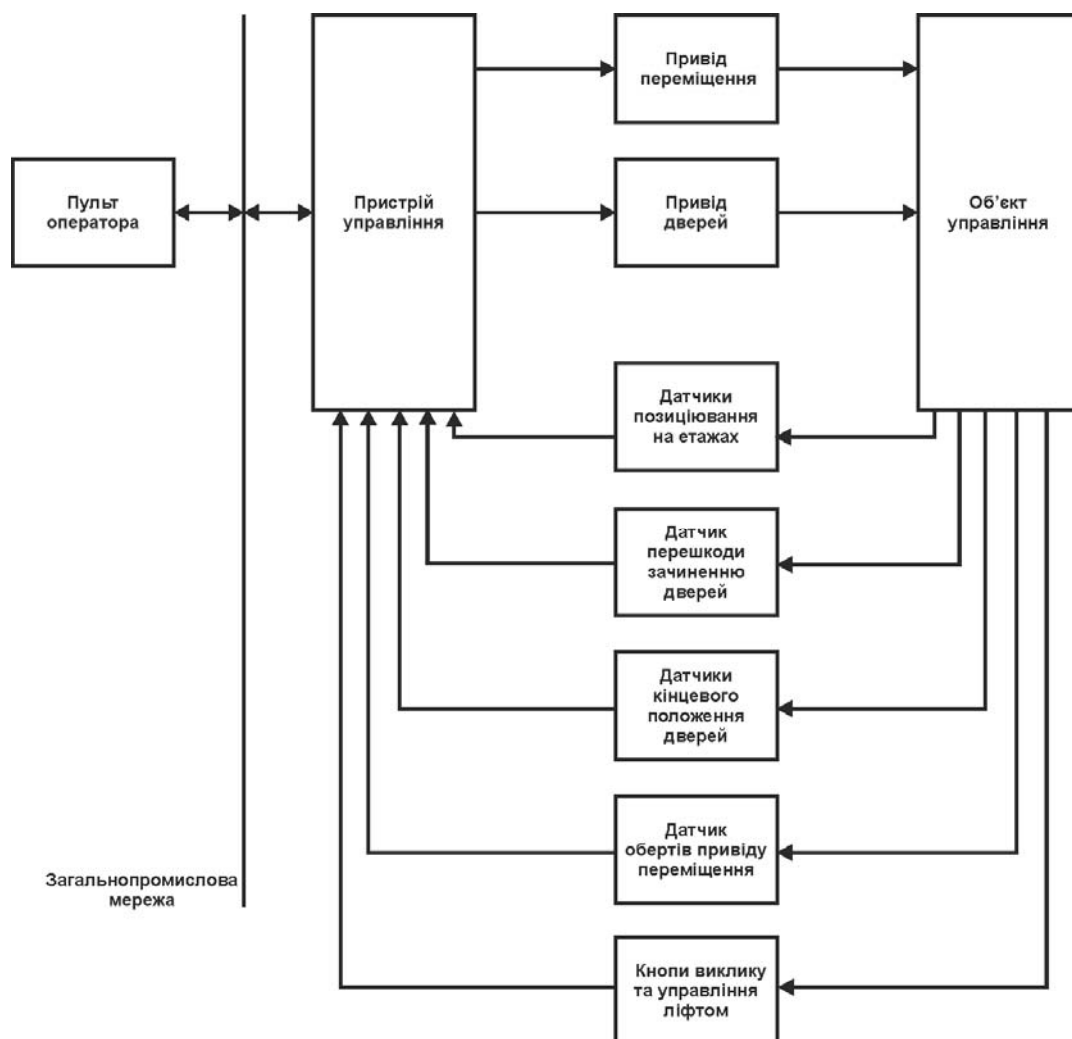


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи управління

Виходячи з цього, система управління повинна включати датчики позиціонування на поверхах, кінцевого положення дверей, контролю обертів електроприводу переміщенням ліфта, наявності перешкоди зачиненню дверей ліфта, кнопок управління та викликом ліфта, схему управління електроприводом дверей та переміщення ліфта.

2.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків

Виходячи з вимог система повинна забезпечувати управління об'єктом та включати підсистему управління технологічним обладнанням. Дана підсистема складається з пристроїв збору інформації (датчики, кнопки), еталонів стану обладнання (положення), системи автоматичного контролю стану обладнання, програми управління, яка повинна реалізувати управління за заданим алгоритмом, протиаварійного захисту, блоку переводу до ручного режиму управління, та виконавчих пристроїв (управління привідами).

Крім того система повинна забезпечувати візуалізацію та контроль, за технологічним процесом, цьому до неї повинна входити підсистема інформаційного забезпечення роботи оператора. Дана підсистема складається з реєстрації параметрів процесу, людино-машинного інтерфейсу та сигналізації досягнення параметрами заданих значень.

Також системою повинно забезпечуватися архівування технологічних процесів які відбуваються, цьому в неї повинна бути підсистема ведення архівів параметрів та подій, включно з базою даних та резервним сховищем.

Розроблена структурна схема інформаційних потоків наведена на рис. 2.2. Дана структура забезпечує управління, збір даних про технологічний процес, візуалізацію отриманих даних, збереження їх в базі даних та створення їх резервних копій. Крім того дана структура забезпечує контроль, за обладнанням та сигналізацію досягнення параметрами управління заданих значень.

Таким чином згідно з вимогами підсистема автоматизованого управління технологічним обладнанням представляє собою апаратно програмний комплекс до якого входять датчики, кнопки, схеми узгодження з об'єктом виконавчі

пристрої, об'єкт управління, пристрій управління (в якості котрого виступає програмований логічний контролер), .

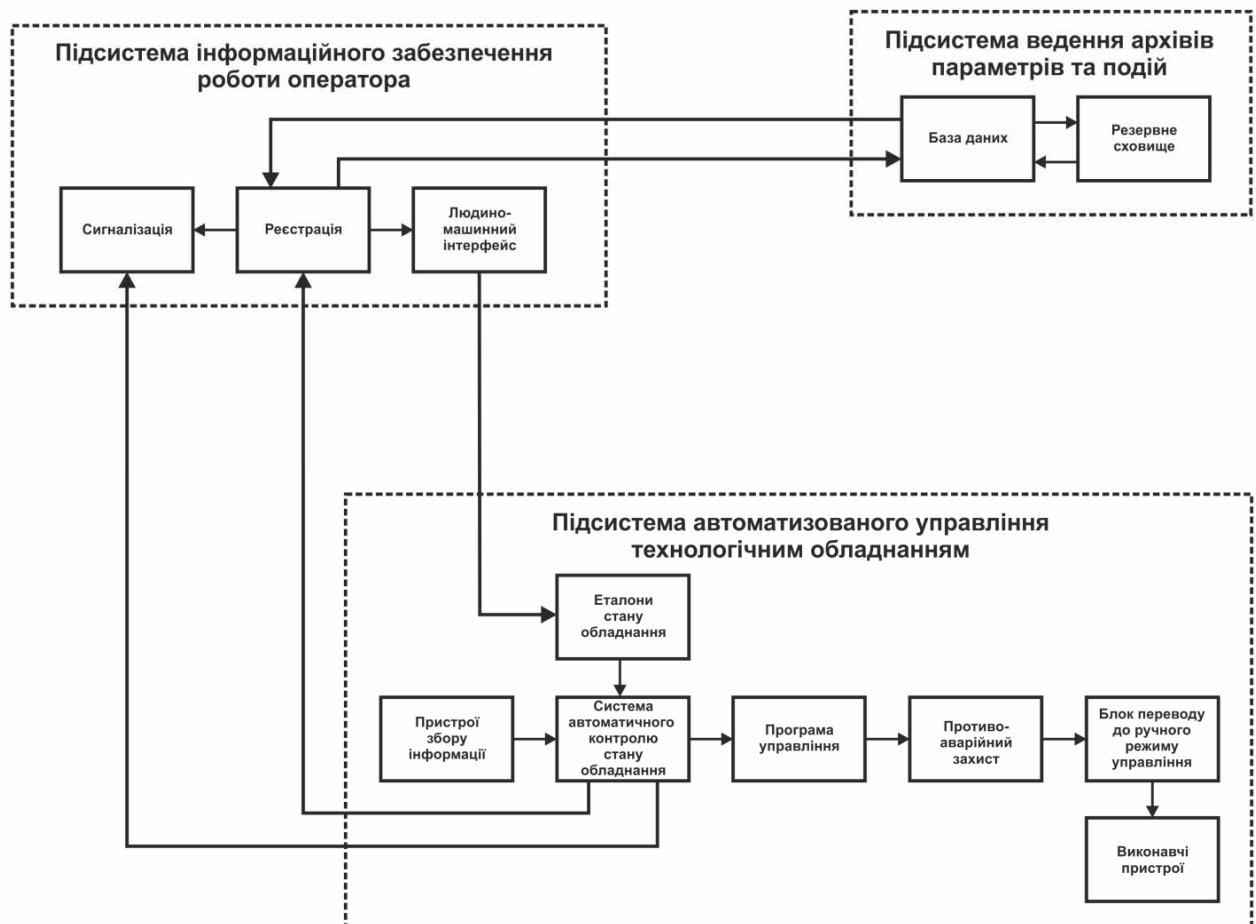


Рисунок 2.2 – Структурна схема інформаційних потоків

Підсистема інформаційного забезпечення роботи оператора представляє собою апаратно програмний комплекс виконаний на персональному комп'ютері та програмному комплексі zenon.

Підсистема ведення архівів параметрів та подій представляє собою окремий програмний модуль програмного комплексу zenon.

Зв'язок між наведеним апаратним комплексом згідно з вимогами забезпечується за допомогою загальнопромислової мережі підприємства, а між програмним забезпеченням за допомогою стандартних протоколів.

2.3 Вибір апаратного забезпечення підсистеми управління

2.3.1 Вибір датчиків

При управлінні дверима ліфта треба знати про наявність перешкоди на шляху зачинення дверей. Так як механічні датчики наявності складно розмістити і вони можуть давати помилкові спрацювання від вібрації, необхідно обрати безконтактний датчик наявності перешкоди відстанню спрацювання не менш 300 мм.

URM08-RS485 - водонепроникний датчик відстані від DFRobot, призначений для професійного промислового контролю та роботизованого управління. Датчик оснащений функціями вимірювання відстані та температури. Крім того, вбудована компенсація температури значно підвищує точність вимірювання відстані.

Внутрішні елементи датчика повністю герметичні. Датчик має суцільнометалевий зовнішній корпус, завдяки чому він захищений від пилу, води та корозії. Зрештою, датчик має високий стандарт вибору пристроїв, набагато більш вузьку сліпу область та ширший діапазон виявлення відстані.

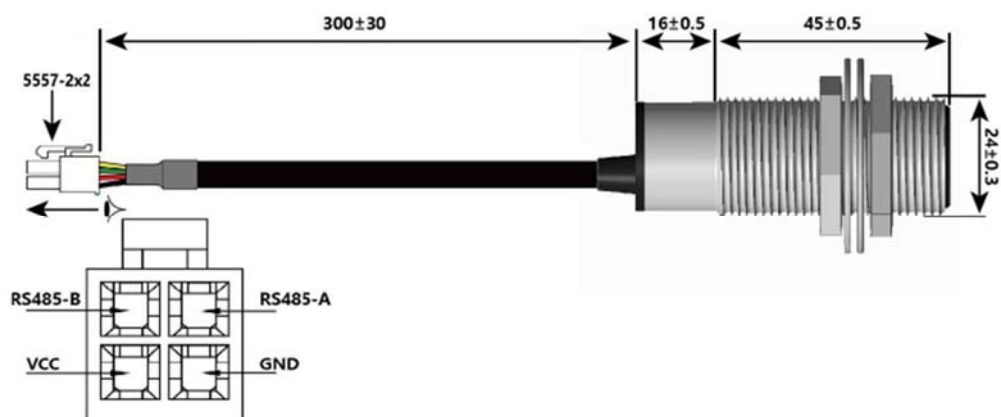


Рисунок 2.3 – Ультразвуковий датчик відстані URM08-RS485

Позначки контактів: Червоний - VCC (6-24В); Чорний - GND(-);
Зелений - RS485-A; Жовтий - RS485-B

URM08-RS485 використовує інтерфейс зв'язку RS485, підтримує протокол modbus і функції каскадного управління. Цей ультразвуковий датчик відстані підходить для системи контролю рівня рідини або для запобігання перешкодам.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики датчика URM08-RS485

Характеристики	
Інтерфейс	RS485, з'єднання PH2.0-4P
Інше	0x11
Відстань	35~550см; Роздільна здатність: 1см
Вологість	<75%
Діапазон температур	-10°C~+70°C
Захист	IP67
Кут	≤60 °C
Напруга	6-12В DC
Струм	250 мА
Температура	Роздільна здатність: 0.1°C, ± 1°C
Час	70мс
Частота	38 ~ 42кГц
Швидкість	19200 (bps) 8N1
Точність	±1%

При управлінні ліфтом треба також забезпечити точне позиціонування ліфта на поверхах. Для цього також можна використати датчик URM08-RS485.

Для управлінні ліфтом в середині кабіни ліфта треба розмістити кнопки управління ліфтом. Для зменшення кількості проводів від кнопок управління до системи управління скористаємося модулем дискретного вводу для мережі RS-485 ОВЕН МВ110.

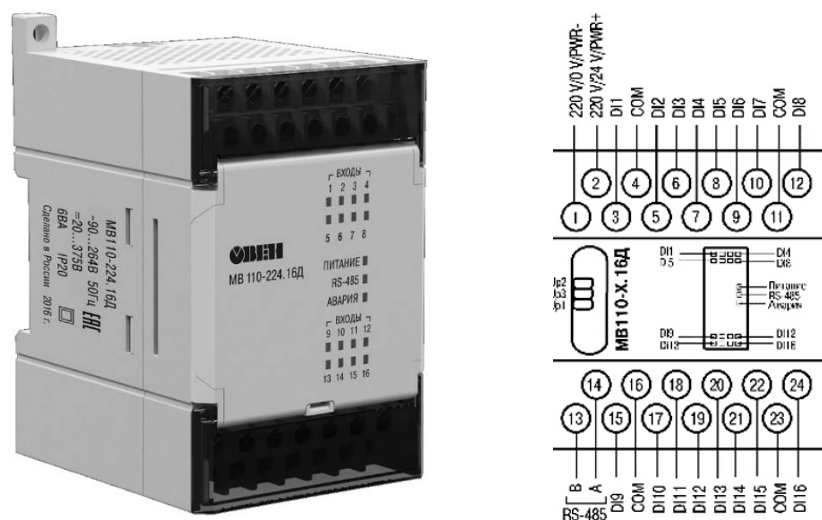



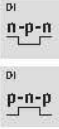
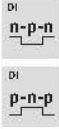



Рисунок 2.4 - Модуль дискретного вводу для мережі RS-485 ОВЕН МВ110-224.16ДН

Кнопки управління ліфтом залишмо ті ж самі, що є в кабіні ліфта.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики загальнопромислових модулів вводу для мережі RS-485 ОВЕН МВ110

Тип модуля		Модулі дискретного вводу		
Модифікація	МВ110-224.16ДН	МВ110-24/220.32ДН	МВ110-224.16Д	
	16-канальний модуль дискретного вводу з універсальним живленням	32-канальний модуль дискретного вводу	16-канальний модуль дискретного вводу з універсальним живленням	
				
				
Входи				
Кількість входів	16 DI	32 DI	16 DI	
Тип входів	ДН («сухий контакт», що потребує живлення =24 В; р-р-р; п-р-п)			Д («сухий контакт», що не потребує живлення =24 В; п-р-п)
Типи датчиків та сигналів, що підтримуються	<ul style="list-style-type: none"> комутаційні пристрої (контакти кнопок, вимикачів, герконів, реле) датчики п-р-п-типу (відкритий колектор) 			<ul style="list-style-type: none"> датчики р-р-р-типу
Характеристики дискретних входів (DI)				
Гальванічна розв'язка входів	групова, по 4 DI		—	
Електрична міцність ізоляції	1500 В		—	
Макс. частота вхідного сигналу	1 кГц		—	
Мін. тривалість вхідного імпульсу	0,5 мс (прогальність 2 для частоти 1 кГц)		—	
Напруга живлення входів (зовнішнє джерело)	24±3 В		24±3 В для транзисторних ключів. Для «сухих контактів» живлення не потрібно!	
Максимальний вхідний струм	не більше 8,5 мА (при напрузі живлення входу 27 В)		не більше 7 мА	
Сумарний опір зовнішнього контакту та лінії підмикання	—		не більше 100 Ом	
Струм «логічної одиниці»	не менше 4,5 мА		—	
Струм «логічного нуля»	не більше 1,5 мА		—	
Характеристики аналогових входів (AI)				
Границя основної зведеної похибки	—	—	—	
Розрядність АЦП	—	—	—	
Час опитування одного входу	ТС	—	—	
	ТП	—	—	
	уніфік. сигнали	—	—	
Вхідний опір для уніфікованих сигналів	струму 0(4).20 мА	—	—	
	струму 0.5 мА	—	—	
	напруги. 0.10 В	—	—	
Живлення				
Тип живлення	універсальне ~230 В/±24 В	залежить від модифікації	універсальне ~230 В/±24 В	
Напруга живлення	90.264 В змінного струму 47..63 Гц або 20.375 В постійного струму	МВ110-220.32ДН: 90.264 В змінного струму 47..63 Гц МВ110-24.32ДН: 18.29 В пост. струму	90.264 В змінного струму 47..63 Гц або 20.375 В постійного струму	
Споживана потужність	не більше 6 ВА	не більше 40 ВА	не більше 6 ВА	
Напруга вбудованого джерела живлення	—	—	—	
Струм вбудованого джерела живлення	—	—	—	
Конструктивне виконання				
Габаритні розміри та ступінь захисту корпусу	63×110×74 мм, IP20	140×110×74 мм, IP20	63×110×74 мм, IP20	
ПОЗНАЧЕННЯ ПРИ ЗАМОВЛЕННІ	МВ110-224.16ДН	МВ110-Х.32ДН	МВ110-224.16Д	
		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Напруга живлення: 24 --=18.29 В 220 --=90.264 В 47.63 Гц </div>		

Для під'єднана кнопок виклика на поверхах, також з метою зменшення кількості проводів від кнопок виклику ліфта до системи управління скористаємося датчиком с дискретним та аналоговим входом для вимірювання кліматичних параметрів типу MSU21 RS-485 MODBUS RTU и Abus з наступними основними параметрами:

- джерело живлення 9-25В DC (0,02А при 12В);
- робоча температура від 0°C до 85°C.

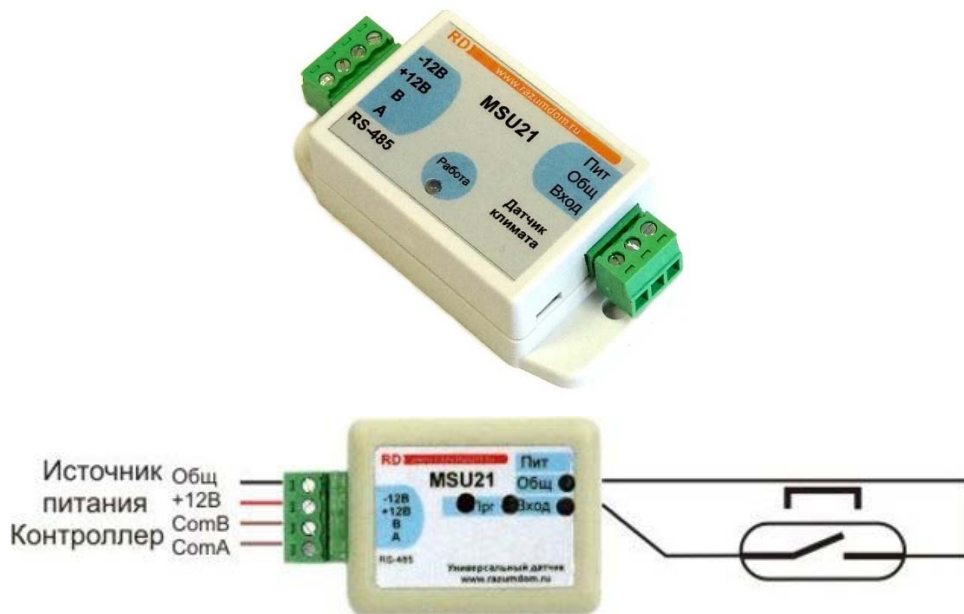


Рисунок 2.4 - MSU21 RS-485 MODBUS RTU и Abus

Кнопки виклику ліфта залишмо ті ж самі, що є.

Головним завданням підсистеми що розробляється є управління переміщенням ліфту.

У якості привода переміщення ліфта використовується асинхронний двигун без редуктора.

Для визначення швидкості і самого переміщення ліфта, будемо використовувати для цього привіду енкодер 1 800 імпульсів на оберт.

Для цього обрано енкодер Autonics E40H8-1800-3-N-24 який має 1 800 імпульсів на оберт, та три канали А, В, Z (рис. 2.5). Технічні характеристики датчика наведені в табл. 2.3.



Рисунок 2.5 – Датчик E40H8-1 800-3-N-24

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики датчика E40H8-1 800-3-N-24

Найменування параметра	Значення
Тип	оптичний
Матеріал	пластик
Максимальна швидкість, об/хв	3600
Максимальна частота обертання, кГц	180
Інтерфейс	A, B, Z
Напруга живлення, В	5÷24
Споживана потужність, Вт	1
Ступінь захисту	IP50

На основі обраних датчиків та їх технічних характеристик складена табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Датчики

Назва параметру	Кількість	Принцип дії	Тип	Діапазон змін	Точність	Значення виходу	Період оновлення	Напруга живлення
Позиціонування на поверсі	4	ультразвуковий	Аналоговий	35~550 см	1 см	RS-485	10 кГц	1 Вт
Наявність перешкоди	2	ультразвуковий	Аналоговий	35~550 см	1 см	RS-485	10 кГц	1 Вт
Кнопка виклику	4	Механічний	Дискретний, модуль вводу	НО	-	RS-485	-0	2 Вт
Кнопки управління	16	Механічний	Дискретний, модуль вводу	НО	-	RS-485	-0	5 Вт
Положення	2	Енкодер	Дискретний	0÷3600 об/хв	0.001 імп/об	0÷24 В	180 кГц	1 Вт

2.3.2 Вибір виконавчих пристроїв

Для переміщення ліфта використовується асинхронний трьох фазний електропривід АДБХ180L12ЛБУ3 потужністю 6,75 кВт. На базі двигуна

створена ліфтова безредукторна лебідка ЛЛБ-06 для ліфтів вантажопідйомністю 400-630 кг зі швидкостями руху 1-1,6 м/с з поліспастичним підвісом кабіни

Згідно з завданням система управління повинна реалізовувати плавний розгін та гальмування ліфту, то управління електроприводом повинно бути пропорційного типу. Виходячи з вимог для управління електроприводом обрано трьох фазний частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21 потужністю 11,0 кВт з аналоговим входом $4\div 20$ мА (рис. 2.6).

Технічні характеристики частотного перетворювача наведені в табл. 2.4.



Рисунок 2.6 – Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики частотного перетворювача Delta VFD110CP4EA-21

Найменування параметра	Значення
Тип	Скалярний
Напруга живлення, В	$\sim 320\div\sim 550$
Потужність, кВт	11,0
Діапазон частот, Гц	$0\div 240$
Діапазон аналогового сигналу управління, мА	$4\div 20$
Ступінь захисту	IP20

Для привіду дверей вантажного ліфту використаємо асинхронний трьох фазний електропривод потужністю 1,2 кВт. Згідно з завданням система управління повинна реалізовувати плавне зачинення та відкривання дверей

ліфту, то управління електроприводом повинно бути пропорційним. Виходячи з вимог для управління електроприводом обрано трьох фазний частотний перетворювач Lenze ESMD152L4TXA потужністю 1,5 кВт з аналоговим входом $4\div 20$ мА (рис. 2.7).

Технічні характеристики частотного перетворювача наведені в табл. 2.6.



Рисунок 2.7 – Частотний перетворювач Lenze ESMD152L4TXA

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики частотного перетворювача ESMD152L4TXA

Найменування параметра	Значення
Тип	Скалярний
Напруга живлення, В	$\sim 320\div\sim 550$
Потужність, кВт	1.5
Діапазон частот, Гц	$0\div 240$
Діапазон аналогового сигналу управління швидкістю, мА	$4\div 20$
Споживана потужність, кВт	1.8
Ступінь захисту	IP20

2.3.3 Вибір пристроїв управління

Відповідно вимогам до системи управління ліфтом в якості пристрою управління повинен використовуватися програмований логічний контролер компанії VIPA. Цикл роботи контролера повинен бути не більше 100 мс, для забезпечення реакції на змінення стану ліфту, да забезпечення пропорційного управління привідами ліфту. Крім того, контролер повинен мати не менш 1 КБайт вільної робочої пам'яті для реалізації програми управління.

Так як система повинна бути підключена до пульта оператора в якості котрого виступає персональний комп'ютер, при цьому важливо, щоб провідників було найменше контролер повинен мати інтерфейс RS-485.

Даним вимогам відповідає програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33. Контролер має час арифметичної операції над речовим числом 40 мкс, об'єм пам'яті програм 144 КБайт, об'єм робочої пам'яті 96 КБайт та інтерфейс RS-485 (рис. 2.8). Технічні характеристики контролеру наведені в табл. 2.7.



Рисунок 2.8 – Програмований логічний контролер 214-2BS33

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики програмованого логічного контролеру 214-2BS33

Найменування параметра	Значення
Тип	CPU 214SER
Пам'ять, КБайт	144
Робоча пам'ять, КБайт	96
Максимальна кількість модулів, штук	32
Час виконання команди над бітом, мкс	0,18
Час виконання команди над байтом, мкс	0,78
Час виконання команди над словом, мкс	1,8
Час виконання команди над двійним словом, мкс	40,0
RS-485 інтерфейс	Присутній
Напруга живлення, В	24
Споживана потужність, Вт	5

Датчики контролю переміщення ліфту є датчиком с трьох каналним енкодером. Для його підключення обрано функціональний модуль лічильника VIPA 250-1BA00 (рис. 2.9). Технічні характеристики модулю наведені в табл. 2.8.

Схема підключення датчика переміщення ліфта до функціонального модуля VIPA 250-1BS00 наведена на рис. 2.10.



Рисунок 2.9 – Функціональний модуль 250-1BS00

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики функціонального модуля 250-1BS00

Найменування параметра	Значення
Тип	FM 250S
Кількість каналів	2/4
Розрядність лічильника, біт	32/16
Довжина екранованого провідника, м	600
Споживана потужність, Вт	2.5

Згідно з технічною документацією модуль має два або чотири лічильні канали. В якості лічильників будуть використовуватися 32 бітні регістри тому у цьому режимі він має два канали. До входів модуля підключені виходи енкодера А, В та Z, що забезпечує отримання програмованим логічним контролером від лічильника кількості імпульсів енкодера, при цьому лічильник автоматично визначає напрям обертання енкодера.

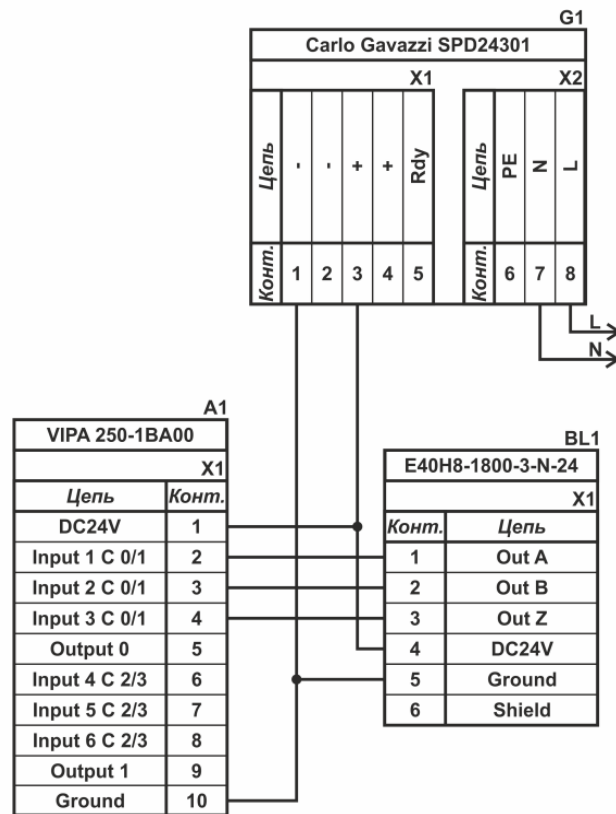


Рисунок 2.10 – Схема підключення датчика положення буксиру

Для підключення до програмованого логічного контролера частотного перетворювача потрібен модуль аналогового виводу з діапазоном аналогового сигналу 4÷20 мА. Даним вимогам відповідає модуль VIPA 232-1BD40 який має чотири аналогових виходи 4÷20 мА (рис. 2.11). Технічні характеристики модулю наведені в табл. 2.8.



Рисунок 2.11 – Модуль аналогового виводу 232-1BD40

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики модуля аналогового виводу 232-1BD40

Найменування параметра	Значення
Тип	SM 232, ECO
Кількість каналів	4
Тип каналу	аналоговий
Діапазон вхідного сигналу, мА	4÷20, -20÷+20
Довжина екранованого провідника, м	200
Споживана потужність, Вт	1,5

Схема підключення частотного перетворювача до модуля аналогового виводу наведена на рис. 2.13.

Для управління частотними перетворювачами також необхідно формувати дискретні сигнали включення і реверсу. Таким чином згідно з вимогами обрано модуль дискретного виводу VIPA 222-1BF00 який має 8 дискретних виходів з напругою +24 В (рис. 2.12). Технічні характеристики модулю дискретного виводу наведені в табл. 2.9.



Рисунок 2.12 – Модуль дискретного виводу 222-1BF00

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики модуля дискретного виводу 222-1BF40

Найменування параметра	Значення
Тип	SM 222
Кількість каналів	8
Тип каналу	Дискретний
Діапазон вихідного сигналу, В	0÷24
Максимальний струм вихідного сигналу, А	1
Довжина екранованого провідника, м	600
Споживана потужність, Вт	2

Схема підключення одного з частотних перетворювачів до модуля дискретного виводу наведена на рис. 2.13.

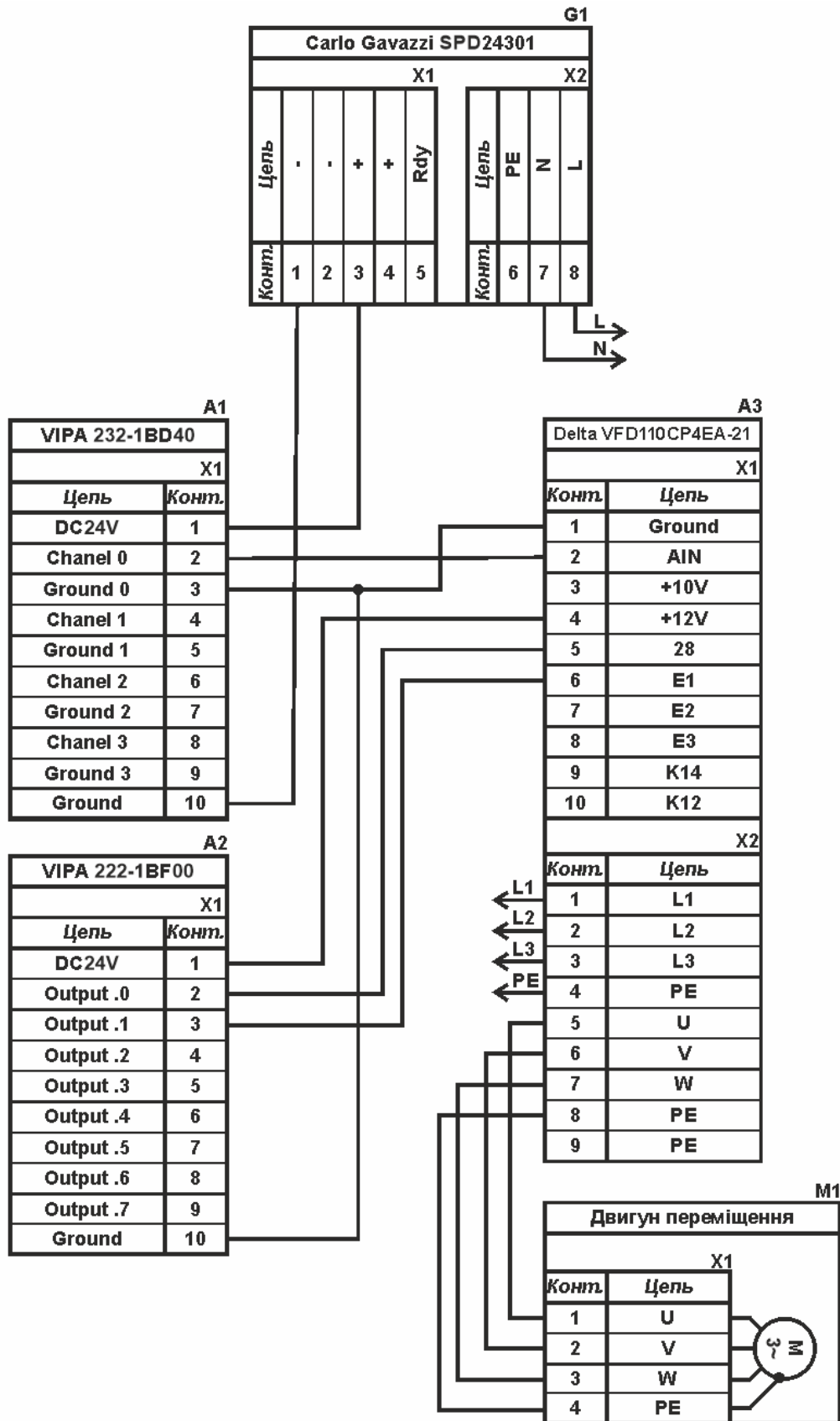


Рисунок 2.13 – Схема підключення частотного перетворювача

Для підключення частотного перетворювача використовуються два модулі. Модуль дискретного виводу використовується для управління включенням вимкненням електропривіду, та зміни напрямку його обертання. Модуль аналогового виводу використовується для завдання швидкості обертання електропривіду. Частотний перетворювач має трифазне живлення.

Згідно з вимогами до підсистеми управління ліфтом між пристроєм управління, в якості котрого виступає програмований логічний контролер, та пультом оператора, в якості якого виступає персональний комп'ютер, повинна бути організована мережа за допомогою інтерфейсу RS-485. Обраний програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33 має інтерфейс RS-485. Схема підключення персонального комп'ютеру до програмованого логічного контролеру наведена на рис. 2.14.

Схема підключення другого частотного перетворювача аналогічна першому.

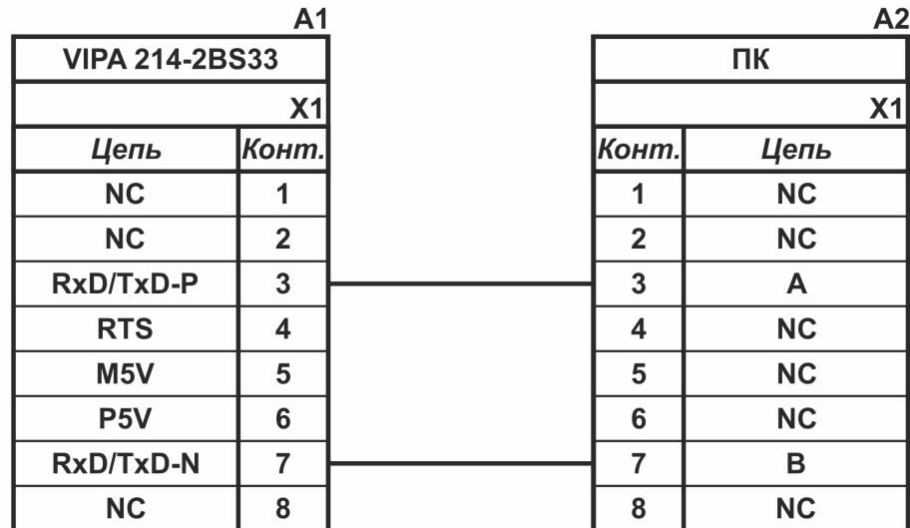


Рисунок 2.14 – Схема підключення по інтерфейсу RS-485

На підставі обраного програмованого логічного контролера та його модулів складена табл. 2.12.

Таблиця 2.10 – Пристрій управління та його модулі

Назва модуля	Пристрій	Напруга живлення	Потужність споживання
VIPA 214-2BS33	Центральний процесорний модуль	24 В	5.0 Вт
VIPA 250-1BS00	Функціональний модуль	24 В	2.5 Вт
	Датчик руху електропривіду E40H8-1800-3-N-24	24 В	1.0 Вт
VIPA 232-1BD40	Модуль аналогового виводу	24 В	1.5 Вт
	Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21	~380 В	11.0 кВт
	Частотний перетворювач ESMD152L4TXA	~380 В	1.5 кВт
VIPA 222-1BF00	Модуль дискретного виводу	24 В	2.0 Вт
	Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21	~380 В	11.0 кВт
	Частотний перетворювач ESMD152L4TXA	~380 В	1.8 кВт

2.2.4 Вибір джерел живлення

Програмований логічний контролер та його модулі мають напругу живлення +24 В. Загальна споживана потужність програмованого логічного контролера та його модулів:

$$P = 5.00 + 2.50 + 1.50 + 2.00 = 11.00 \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

Виходячи з цього, у якості джерела живлення, для програмованого логічного контролера обрано блок живлення SPD24301 змінної напруги ~85÷~264 В, вихідною напругою +24 В та потужністю 30 Вт (рис. 2.15). Технічні характеристики блока живлення наведені в табл. 2.10.



Рисунок 2.15 – Блок живлення SPD24301

Таблиця 2.11 – Технічні характеристики блоку живлення SPD24301

Найменування параметра	Значення
Напруга живлення, В	~85÷~264
Вихідна напруга, В	24
Потужність, Вт	30
Максимальний вихідний струм, А	1,25

Схему підключення програмованого логічного контролеру 214-2BS33 до блоку живлення SPD24301 наведено на рис. 2.16.

Усі датчики можуть, та модулі кнопок виклику та управління ліфтом живитися від одного +24 В блоку живлення. Їх сумарна споживана потужність:

$$P = 3.0 + 3.0 + 3.0 + 3.0 + 3.0 + 0,01 + 6.0 = 21.01 \text{ Вт.} \quad (2.2)$$

Виходячи з цього у якості джерела живлення датчиків обрано блок живлення SPD24301.

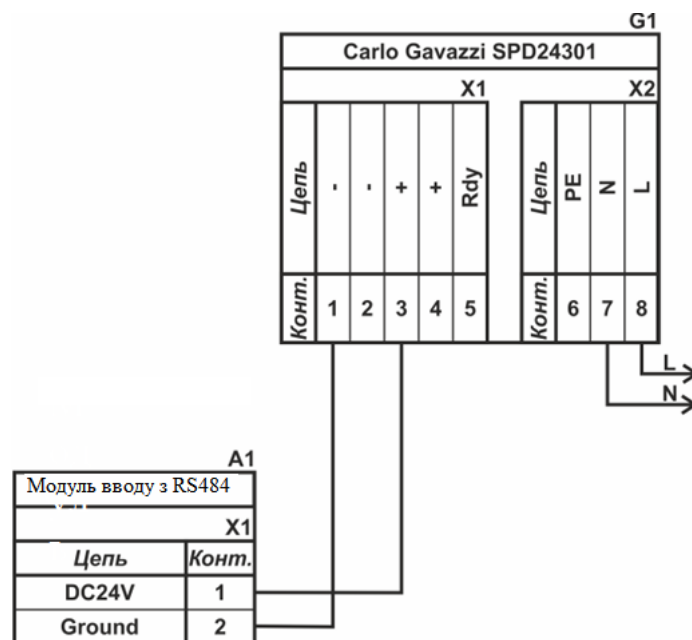


Рисунок 2.16 – Схема підключення програмованого логічного контролеру до блоку живлення SPD24301

Модуль дискретного виводу та дискретні входи частотного перетворювача живляться від частотного перетворювача і тому не потребують наявності окремого блоку живлення.

2.4 Розробка функціональної схеми автоматизації

На основі вимог до системи управління вантажним ліфтом та обраного апаратного забезпечення розроблена функціональна схема автоматизації, яка наведена на рис. 2.17.

У якості пристрою управління використовується програмований логічний контролер (UY 11 – VIPA 214-2BS33). Даний програмований логічний контролер підключено до пульта оператора (UYR 12) в якості котрого виступає персональний комп'ютер за допомогою інтерфейсу RS-485.

Позиціонування ліфта на поверсі забезпечується ультразвуковими датчиками відстані URM08-RS485 - GE 1-1, GE 2-1, GE 3-1, GE 4-1, з вбудованими перетворювачами послідовного каналу зв'язку RS-485 - GT 1-2, GT 2-2, GT 3-2, GT 4-2.

Перешкоди зачиненню дверей ліфта визначається ультразвуковими датчиками відстані URM08-RS485 - GE 5-1, GE 6-1, з вбудованими перетворювачами послідовного каналу зв'язку RS-485 - GT 5-2, GT 6-2.

Контроль кінцевих положень визначається електромеханічними вимикачами напруги живлення електропривіду дверей ліфта, сигнали з яких в схему системи управління не поступають, тому і не позначаються на ній.

Виклик ліфта на поверсі забезпечується кнопками - HE 7-1, HE 8-1, HE 9-1, HE 10-1, з зовнішніми перетворювачами послідовного каналу зв'язку RS-485 - HT 7-2, HT 8-2, HT 9-2, HT 10-2 типу MSU21 RS-485 MODBUS RTU и Abus.

Управління ліфтом в середини забезпечується кнопками HE 11-1 підключеними до перетворювача послідовного каналу зв'язку RS-485 - HT 11-2 - модуль дискретного вводу для мережі RS-485 OVEN MB110-224.16ДН.

Контролер (UY 11) керує дверима ліфта за допомогою частотного перетворювача (SE 13-1 – частотний перетворювач Lenze ESMD152L4TXA) та його перетворювача з аналоговим входом $4\div 20$ мА (SC 11-2), які забезпечують зміну швидкості - обертання електропривода (M2), напрямок повороту задається SC13-2 (дискретний модуль виводу контролеру).

Контролер (UY 12) керує переміщенням ліфта за допомогою частотного перетворювача (SE 12-1 – частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21) та

його перетворювача з аналоговим входом $4\div 20$ мА (SC 12-2), які забезпечують зміну швидкості на обраному прямому обертанні електропривода (M1), напрямком руху задається SC12-2 (дискретний модуль виводу контролера).

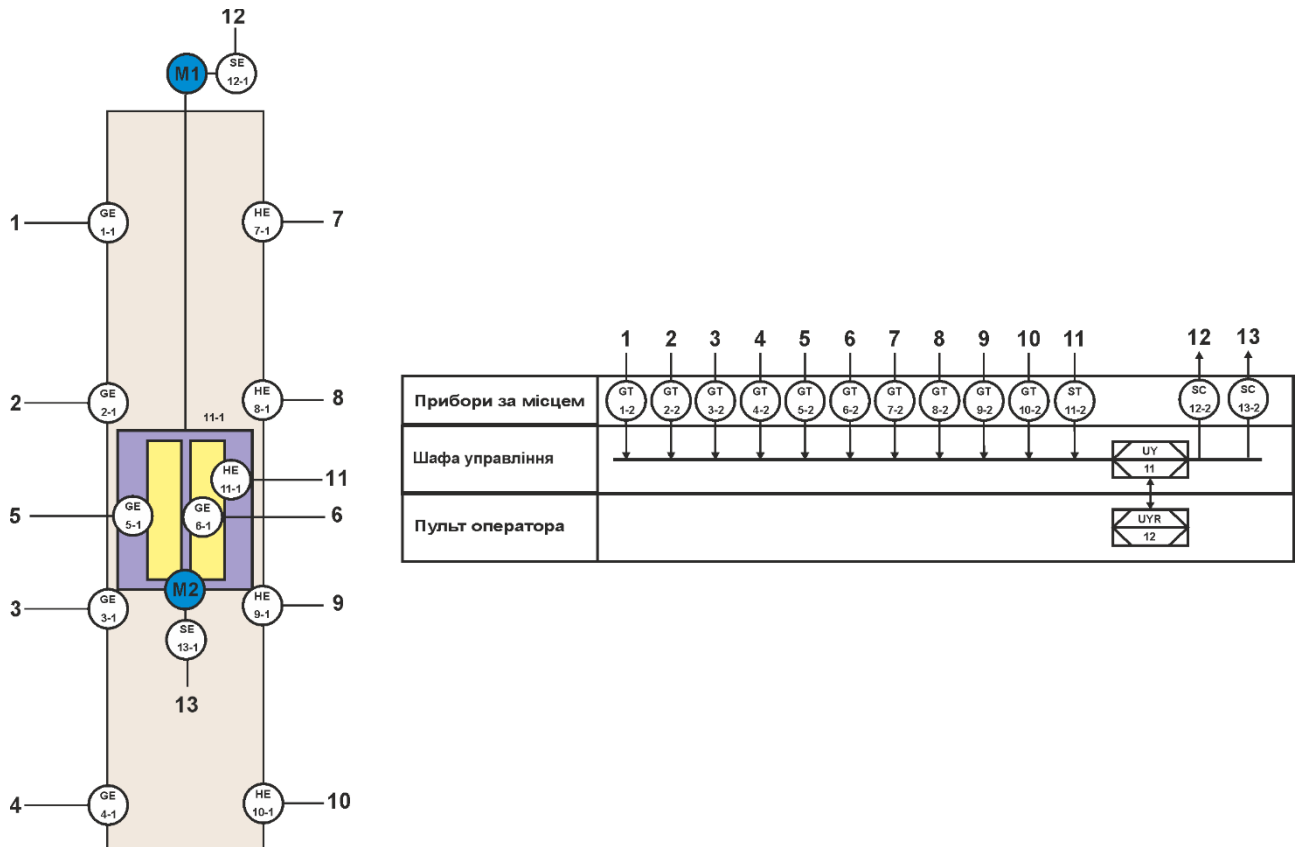


Рисунок 2.17 – Функціональна схема автоматизації системи управління

2.5 Розробка схеми електричної принципової

На основі функціональної схеми автоматизації та обраного апаратного забезпечення розроблена схема електрична принципова системи управління положенням буксира (рис. 2.18).

В підсистемі використовуються два блока живлення. Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G1) підключено до програмованого логічного контролера VIPA 214-2BS33 (A1). Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G2) підключено функціонального модулю лічильника VIPA 250-1BS00 (A1 – X5), модулю аналогового виводу (A1 – X6) та модулю дискретного виводу VIPA 222-1BF00 (A1 – X7). Модуль дискретного виводу (A1 – X7) живиться від частотного перетворювача Delta VFD110CP4EA-21.

Зв'язок між програмованим логічним контролером VIPA 214-2BS33 (A1) та пультом оператора в якості якого виступає персональний комп'ютер (A2) реалізовано за допомогою інтерфейсу RS-485 (A1 – X2, A2 – X1).

Датчики позиціювання ліфта представляють собою ультразвукові датчики відстані URM08-RS485 (B1...B4).

Датчики перешкоди для верей ліфта представляють собою ультразвукові датчики відстані URM08-RS485 (B5...B6).

Виклик ліфта на поверсі забезпечується кнопками – BK7...BK10, з зовнішніми перетворювачами послідовного каналу зв'язку типу MSU21 RS-485 MODBUS RTU и Abus.

Управління ліфтом в середини забезпечується кнопками BK11, підключеними до перетворювача послідовного каналу зв'язку RS-485 - модулю дискретного вводу для мережі RS-485 ОВЕН МВ110-224.16ДН.

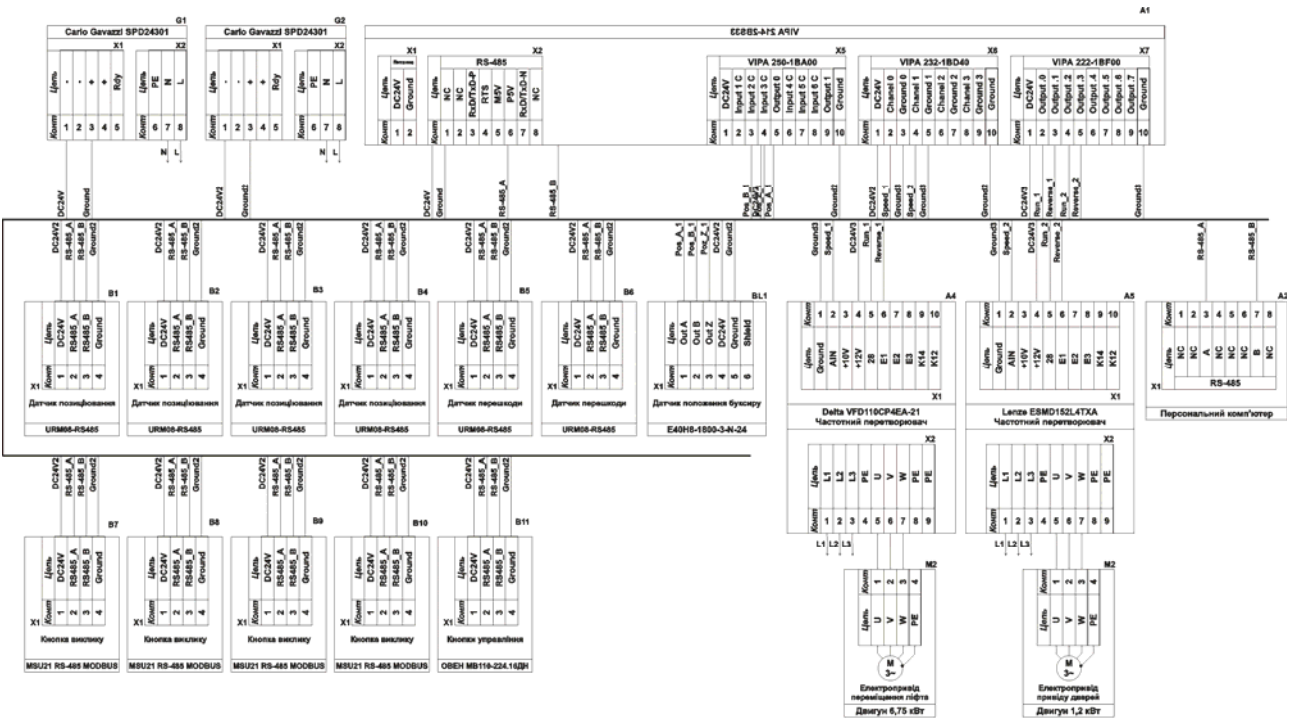


Рисунок 2.18 – Схема електрична принципова системи управління

Управління електроприводом переміщення ліфту (M1) реалізовано за допомогою частотного перетворювача Delta VFD110CP4EA-21 (A4). Програмований логічний контролер (A1) за допомогою дискретних виходів

обирає напрям переміщення буксиру і дозволяє його рух, а за допомогою аналогового виходу задає швидкість переміщення ліфта.

Управління електроприводом дверей ліфту (M2) реалізовано за допомогою частотного перетворювача Lenze ESMD152L4TXA (A5). Програмований логічний контролер (A1) за допомогою дискретних виходів обирає напрям повороту буксиру і дозволяє його поворот, а за допомогою аналогового виходу задає швидкість обертів електропривіду дверей ліфта.

2.6 Висновки по розділу

У якості об'єкта управління виступає підсистема управління ліфтом.

У цьому розділі вибрано апаратно-програмні засоби для створення підсистеми управління, розроблена функціональна схема автоматизації, розроблена схема принципова підсистеми управління.

3 ВИЗНАЧЕННЯ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

3.1 Розробка структурної схеми інформаційних потоків дослідницької системи

Система дослідження призначена для збору інформації про об'єкт управління. Основними функціями системи є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об'єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

Згідно з завданням та розробленим апаратним забезпеченням системи до контуру управління швидкістю переміщення ліфту входять об'єкт управління, в якості котрого виступає електропривід переміщення ліфу, датчик швидкості обертів електропривіду.

Для переміщення ліфта використовується тихохідний асинхронний трифазний електропривід АДБХ180L12ЛБУЗ потужністю 6,75 кВт, робочій діапазон регулювання частоти обертання двигуна - 40...250 об/хв. або 5...30 Гц, на базі якого створена ліфтова безредукторна лебідка ЛЛБ-06 для ліфтів вантажопідйомністю 400...630 кг зі швидкостями руху 1...1,6 м/с з поліспастичним підвісом кабіни. Як правило сумарна кінетична енергія ліфта з безредукторним електроприводом при номінальній швидкості в 5...6 разів менше, ніж при використанні редукторного електропривода.

Згідно з завданням система управління повинна реалізовувати плавний розгін та гальмування ліфту, тобто управління електропривідом повинно бути пропорційного типу. Виходячи з вимог для управління електроприводом обрано трифазний частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21 потужністю 11,0 кВт з аналоговим входом управління $4 \div 20$ мА, 0...50 Гц.

Для визначення швидкості і самого переміщення ліфта обрано енкодер Autonics E40H8-1800-3-N-24 який має 1 800 імпульсів на оберт, та три канали А, В, Z.

В якості пристрою управління обрано логічний контролер VIPA 214-2BS33. Візуалізація процесу управління відбувається за допомогою

персонального комп'ютера з програмним комплексом SCADA-система zenon. Така система дозволяє крім функцій управління виконувати функції дослідження об'єкту для чого достатньо використати дослідницьке програмне забезпечення. Виходячи з цього розроблена структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи яка наведена на рис. 3.1.

Згідно з структурною схемою система дослідження може формувати керуючий вплив, у якості котрого виступає швидкість двигуна в діапазоні $0 \div 250$ об./хв., яка з урахуванням лебідки формує швидкість переміщення ліфта $0 \dots 1,6$ м/с. Система може контролювати швидкість переміщення ліфта на підставі значень, які отримуються від інкрементного енкодера з діапазоном $0 \div 1\,800$ імп./об. За розрахунок швидкості відповідає програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33..

Зв'язок між програмованим логічним контролером та персональним комп'ютером з програмним комплексом SCADA-система zenon реалізується за допомогою інтерфейсу Ethernet.



Рисунок 3.1 – Структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи

3.2 Розробка методики дослідження об'єкта управління

Система дослідження дозволяє формування різноманітних керуючих впливів та поданнях їх на двигун. При цьому об'єкт управління накладає ні яких

обмежень на керуючий вплив. Виходячи з цього об'єкт управління може бути досліджено за допомогою метода активного експерименту.

Для виконання ідентифікації об'єкта управління необхідного отримати його динамічну, статичну характеристику та перевіірочні данні. Отримання характеристики при П-образному впливі непотрібне так як відомо що об'єкт управління є симетричним та не володіє інтегруючими властивостями. На підставі цього складено план експерименту:

1. Налаштувати систему дослідження.

2. Отримати динамічну характеристику.

2.1. Привести об'єкт управління до початкових умов, швидкість двигуна становить 0 об./хв., а ліфт знаходиться у початковому положенні і не рухається.

2.2. Запустити процес реєстрування.

2.3. Подати у якості керуючого впливу максимальну швидкість двигуна, (100 %) дочекатися досягнення усталеного режиму.

2.4. Зупинити двигун.

2.5. Зупинити процес реєстрації.

3. Отримання даних за для побудови статичної характеристики.

3.1. Привести об'єкт управління до початкових умов, швидкість двигуна становить 0 об/хв, а ліфт знаходиться у початковому положенні і не рухається.

3.2. Запустити процес реєстрування.

3.3. Подати у якості керуючого впливу 20 % швидкості двигуна, дочекатися досягнення усталеного режиму двигуна (50 об./хв.).

3.4. Подати у якості керуючого впливу 40 % швидкості двигуна, дочекатися досягнення усталеного режиму двигуна (100 об./хв.).

3.5. Подати у якості керуючого впливу 60 % швидкості двигуна, дочекатися досягнення усталеного режиму двигуна (150 об./хв.).

3.6. Подати у якості керуючого впливу 80 % швидкості двигуна, дочекатися досягнення усталеного режиму двигуна (200 об./хв.).

3.7. Подати у якості керуючого впливу 100 % швидкості двигуна, дочекатися досягнення усталеного режиму двигуна (250 об./хв.).

3.8. Зупинити двигун.

3.9. Зупинити процес реєстрації.

4. Отримання перевірочних даних.

4.1. Привести об'єкт управління до початкових умов, швидкість двигуна становить 0 об/хв., а ліфт знаходиться у початковому положенні і не рухається.

4.2. Запустити процес реєстрування.

4.3. Запустити програму відпрацювання тахограми.

4.4. Зупинити двигун.

4.5. Зупинити процес реєстрації.

Формування керуючих впливів та реєстрування даних буде виконуватися програмованим логічним контролером з подальшою передачею результатів до програмного комплексу zenon.

3.3 Виконання експерименту

На першому етапі проведення експерименту виконано налаштування системи дослідження, ліфта з макс. швидкістю 1,6 м/с при 250 об./хв. двигуна, та масштабуванням обертів енкодера.

На другому етапі було виконано отримання динамічної характеристики об'єкту управління (рис. 3.2). Для цього ліфт був переміщений у початкове положення, а двигун було вимкнено. Після чого за допомогою програмованого логічного контролеру на вхід двигуна подавалося значення, яке відповідало максимальній швидкості обертів електродвигуна.

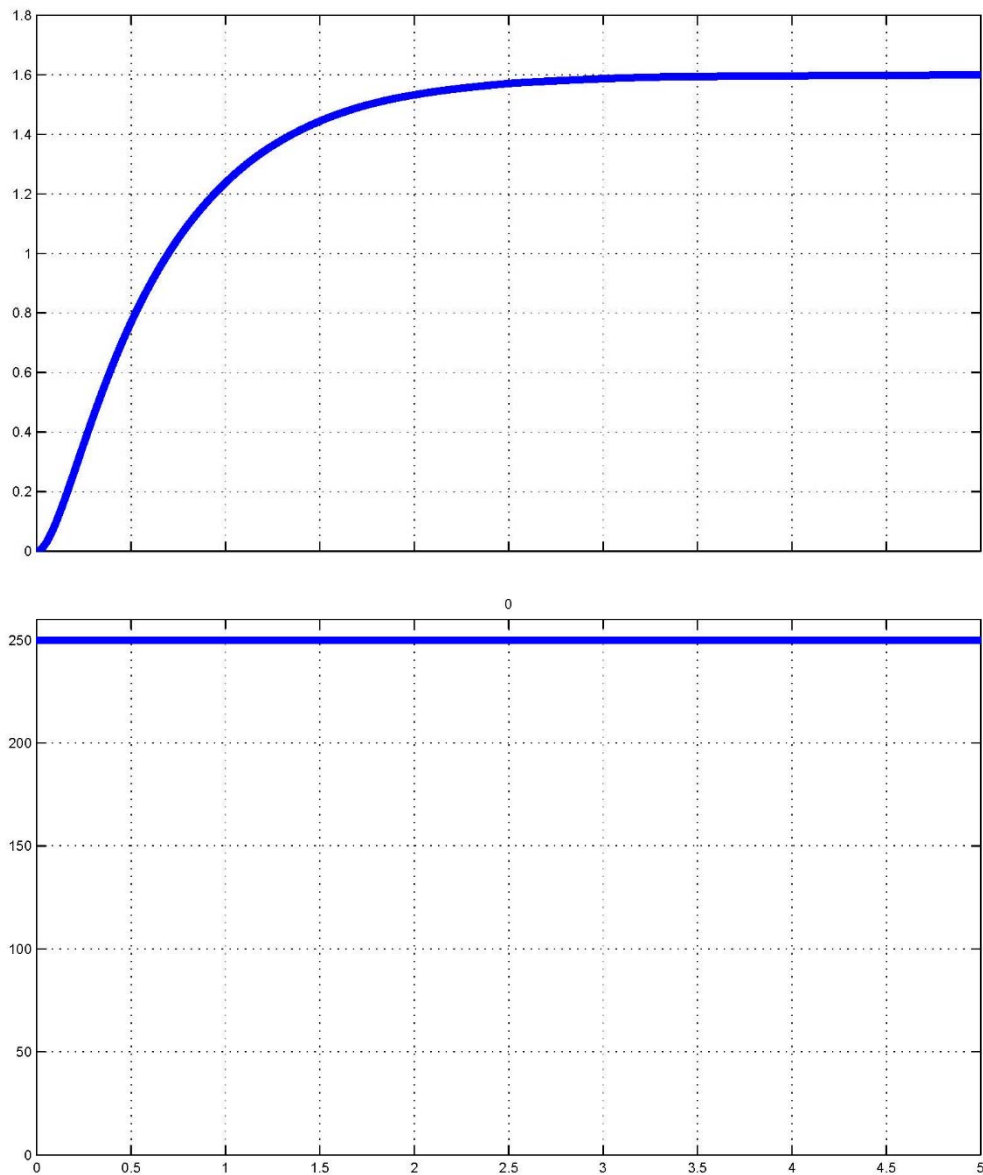


Рисунок 3.2 – Динамічна характеристика

На третьому етапі було виконано отримання даних за для побудови статичної характеристики (рис. 3.3). Для цього ліфт був переміщений у початкове положення, а двигун було вимкнено. Після чого за допомогою програмованого логічного контролеру на вхід двигуна послідовно по 5 с були подані команди по завданню швидкості 20 %, 40 %, 65 %, 80 %, 100 %, які дорівнюють значенням швидкості електродвигуна, відповідно - 50 об./хв., 100 об/хв, 150 об/хв, 200 об/хв, 250 об/хв.

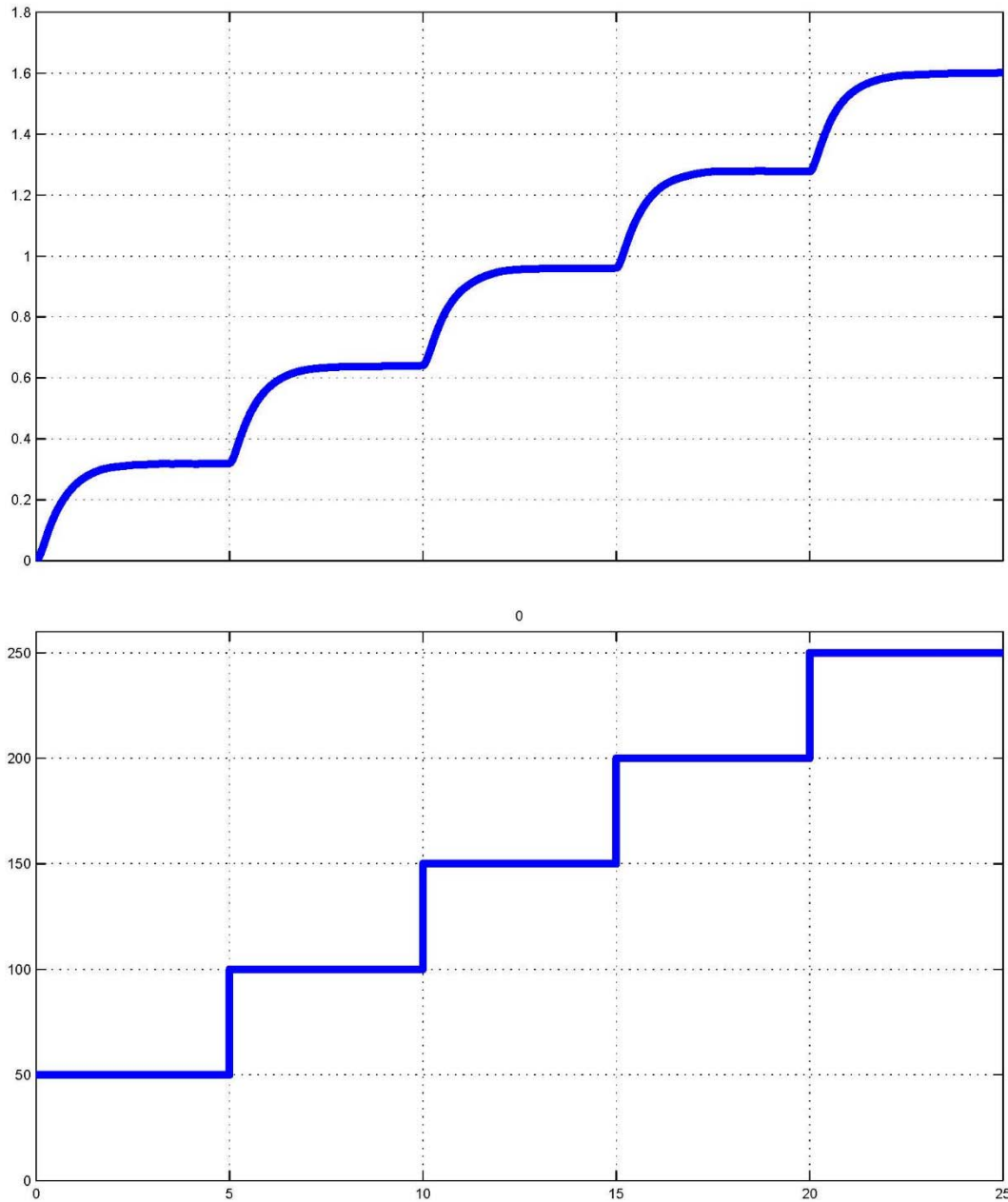


Рисунок 3.3 – Статична характеристика

На четвертому етапі було виконано отримання перевірочних даних (рис. 3.4). Для цього було використано програму розімкненого управління по відпрацюванню тахограми.

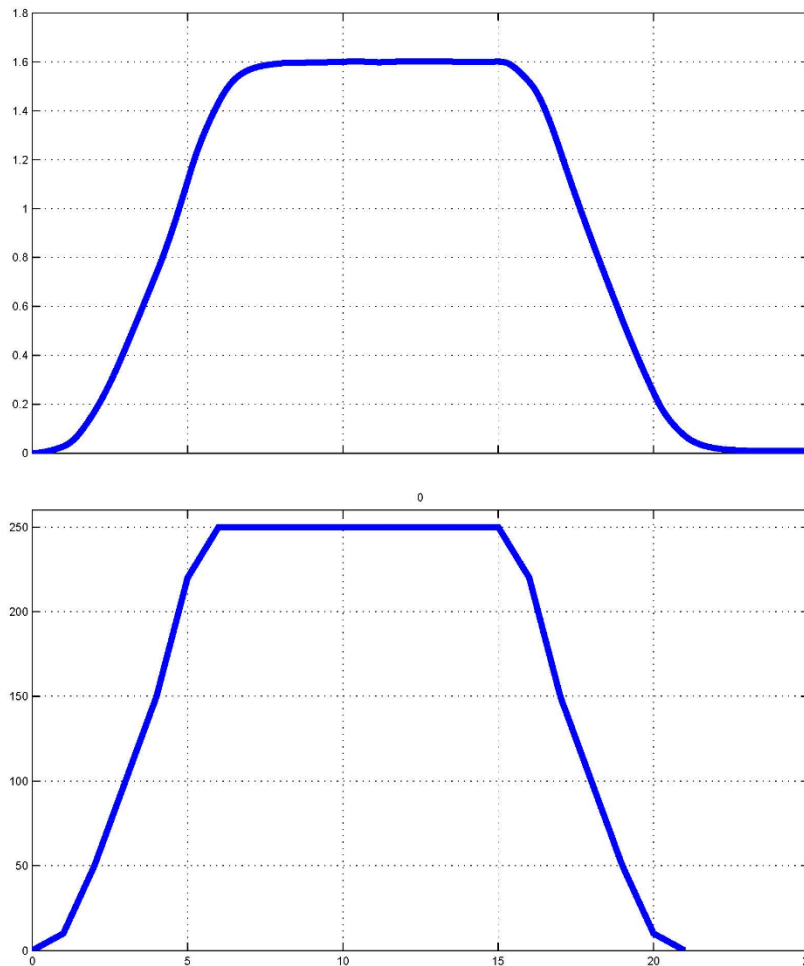


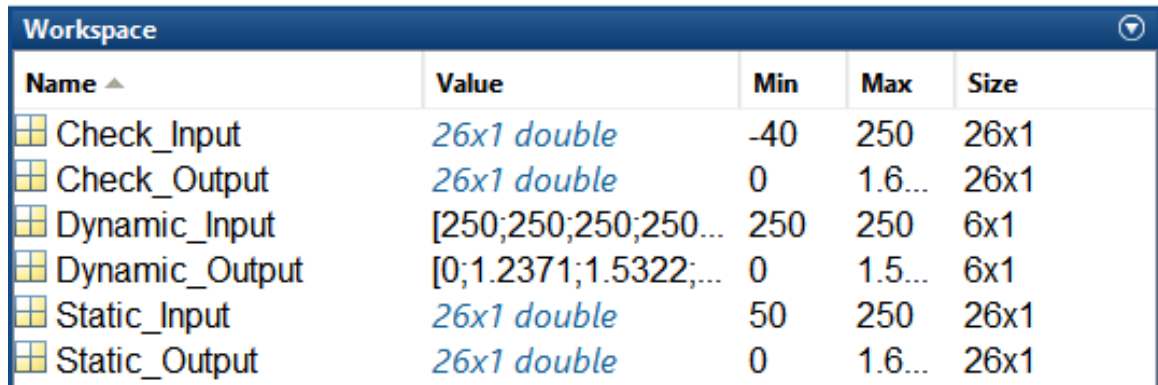
Рисунок 3.4 – Перевірочні характеристика

У результаті виконання плану експерименту проведено всеосяжне дослідження об'єкту управління. В результаті чого отримана динамічна характеристика, дані за для побудови статичної характеристики та перевірочні дані.

3.4 Обробка результатів експерименту

3.4.1 Підготовка даних

Дані отримані з програмного пакету SCADA-система zenon у вигляді текстових файлів було імпортовано до математичного пакета MATLAB з метою подальшої обробки (рис. 3.5). Змінні задані даним динамічної характеристики “Dynamic_Input”, “Dynamic_Output”, даним для побудови статичної характеристики “Static_Input”, “Static_Output”, перевірочним даним “Check_Input”, “Check_Output”. Суфікс “_Input” позначає керуючі впливи, а суфікс “_Output” дійсні значення.



Name ▲	Value	Min	Max	Size
Check_Input	26x1 double	-40	250	26x1
Check_Output	26x1 double	0	1.6...	26x1
Dynamic_Input	[250;250;250;250...	250	250	6x1
Dynamic_Output	[0;1.2371;1.5322;...	0	1.5...	6x1
Static_Input	26x1 double	50	250	26x1
Static_Output	26x1 double	0	1.6...	26x1

Рисунок 3.5 – Імпортовані данні

Для спрощення подальшого аналізу дані були конвертовані до об'єктів типу “iddata”:

```
>>Dynamic=iddata(Dynamic_Output, Dynamic_Input, 1);
>>plot(Dynamic_Raw)
>>Static=iddata(Static_Output, Static_Input, 1);
>>plot(Static_Raw)
>>Check=iddata(Check_Output, Check_Input, 1);
>>plot(Check_Raw)
```

Аналіз показав, що отримані дійсні значення не мають статичного здвигу і тому на цьому підготовка даних завершена.

3.4.2 Структурна ідентифікація

З метою оцінки структури моделі об'єкту управління проаналізуємо динамічну характеристику об'єкту управління (рис. 3.6). Після подачі керуючого впливу швидкість ліфта зразу починає збільшуватися, тому об'єкт управління не має запізнення. Крім того на характеристиці також відсутня інерція, характер перехідного процесу монотонний, а кількість явних перегинів дорівнює одному. На підставі цього можливо зробити висновок, що модель об'єкта управління може бути представлена у вигляді аперіодичної ланки першого порядку.

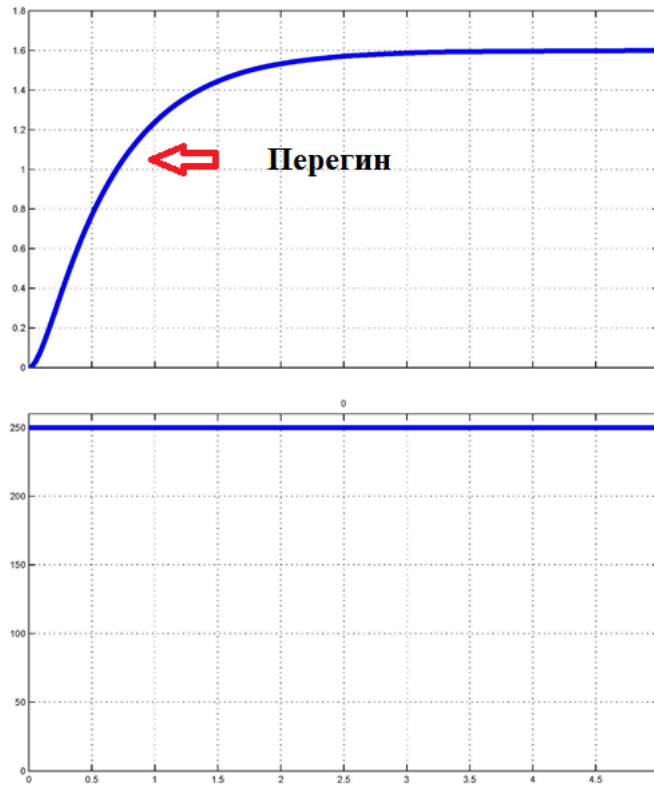


Рисунок 3.6 – Динамічна характеристика

Проаналізуємо об'єкт управління на лінійність для цього побудуємо його статичну характеристику (рис. 3.7):

```
>>Static_Input_Vector = [0 5 10 15 20 25];
>>Static_Output_Vector = [0 49.9 99.8 149.8 199.9 250.1];
>>plot(Static_Input_Vector, Static_Output_Vector, '-ok', 'LineWidth', 3)
```

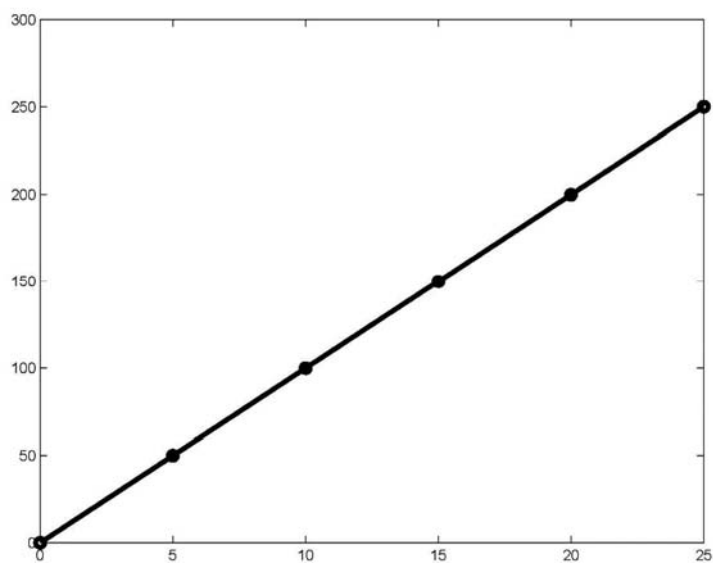


Рисунок 3.7 – Статична характеристика

Статична характеристика об'єкту управління є лінійна. На підставі цього можливо зробити висновок, що об'єкт управління також є лінійним у всьому діапазоні швидкостей.

Виходячи з проведеного аналізу експериментальних даних можливо зробити висновок, що об'єкт управління може бути представлений в виді аперіодичної ланки першого порядку:

$$W(s) = \frac{k}{(Ts + 1)}, \quad (3.1)$$

де $W(s)$ – передавальна функція;

k – коефіцієнт підсилення;

T – постійна часу (с).

3.4.3 Параметрична ідентифікація

Як було встановлено об'єкт управління є лінійним, а його коефіцієнт підсилення може бути розрахований згідно з статичною характеристикою (макс. швидкість переміщення 1,6 м/с при частоті обертів двигуна електроприводу 250 об/хв):

$$k = \frac{1,6}{250} = 0,0064. \quad (3.2)$$

Визначення постійної часу об'єкту управління виконано за допомогою “System Identification Toolbox”, якому у якості робочих даних використані данні динамічної характеристики, а перевіірочні данні для оцінки відповідності моделі об'єкту управління, так як ці данні раніше не використовувалися при ідентифікації (рис. 3.8).

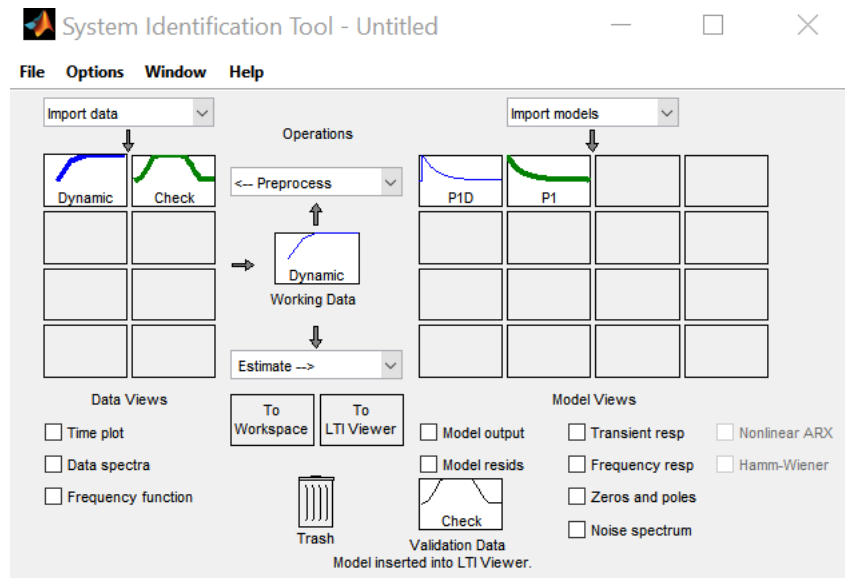


Рисунок 3.8 – Налаштування System Identification Toolbox

Визначення параметрів моделі об'єкта управління виконано за допомогою методу "Process Models". Налаштування параметрів ідентифікації наведено на рис. 3.9.

```

Process model with transfer function:
      Kp
G(s) = ----- * exp(-Td*s)
      1+Tp1*s

      Kp = 0.0063955
      Tp1 = 0.59206
      Td = 0.12

Name: PID
Parameterization:
  'PID'
  Number of free coefficients: 3
  Use "getpvec", "getcov" for parameters and their uncertainties.

Status:
Estimated using PROCEST on time domain data "Dynamic".
Fit to estimation data: 99.91%
FPE: 5.446e-07, MSE: 3.286e-07

```

Рисунок 3.9 – Результати моделювання, модель PID

```

Process model with transfer function:

      Kp
G(s) = -----
      1+Tp1*s

      Kp = 0.006415
      Tp1 = 0.67194

Name: P1
Parameterization:
  'P1'
  Number of free coefficients: 2
  Use "getpvec", "getcov" for parameters and their uncertainties.

Status:
Estimated using PROCEST on time domain data "Dynamic".
Fit to estimation data: 99.13%
FPE: 4.233e-05, MSE: 3.048e-05

```

Рисунок 3.10 – Результати моделювання, модель P1

Згідно з результатами розрахунків для об'єктів першого порядку з затримкою і без, комплекти параметрів моделей P1D та P1 дуже близькі між собою, та задовольняють вимогам технічної точності 10%. Таким чином можливо остаточно затверджувати, що об'єкту управління відповідає аперіодична ланка першого порядку без затримки, як найбільш проста в подальшій реалізації, при побудові програмного забезпечення системи управління.

Перевірка результатів розрахунків параметрів моделі наведені на рис. 3.11 та в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків параметрів об'єктів управління

Назва параметру	P1D	P2
K	0.0063955	0.006415
T1, с	0.59206	0.67194
Td, с	0.12	-
Dynamic – Динамічна характеристика		
NRMSE, %	99.91	99.13
FPE	5.446e-07	4.233e-05
MSE	3.286e-07	3.048e-05
Check – Перевірочні данні		
NRMSE, %	85.55	82.31

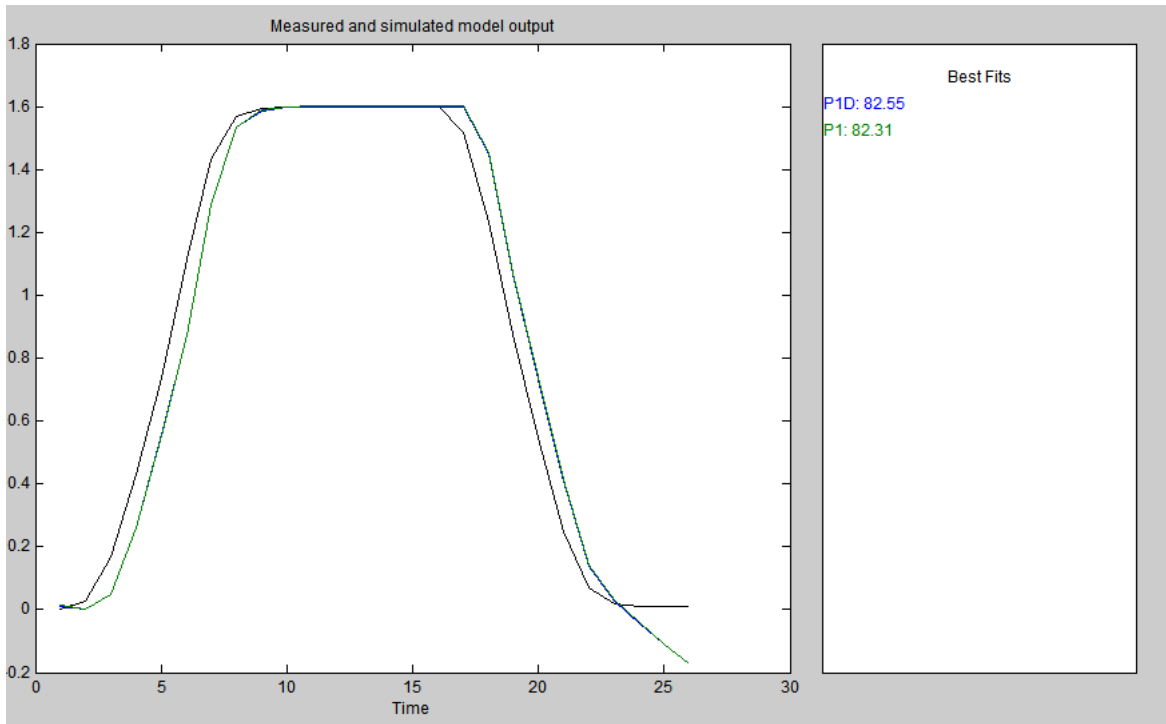


Рисунок 3.11 – Перевірка результатів розрахунків

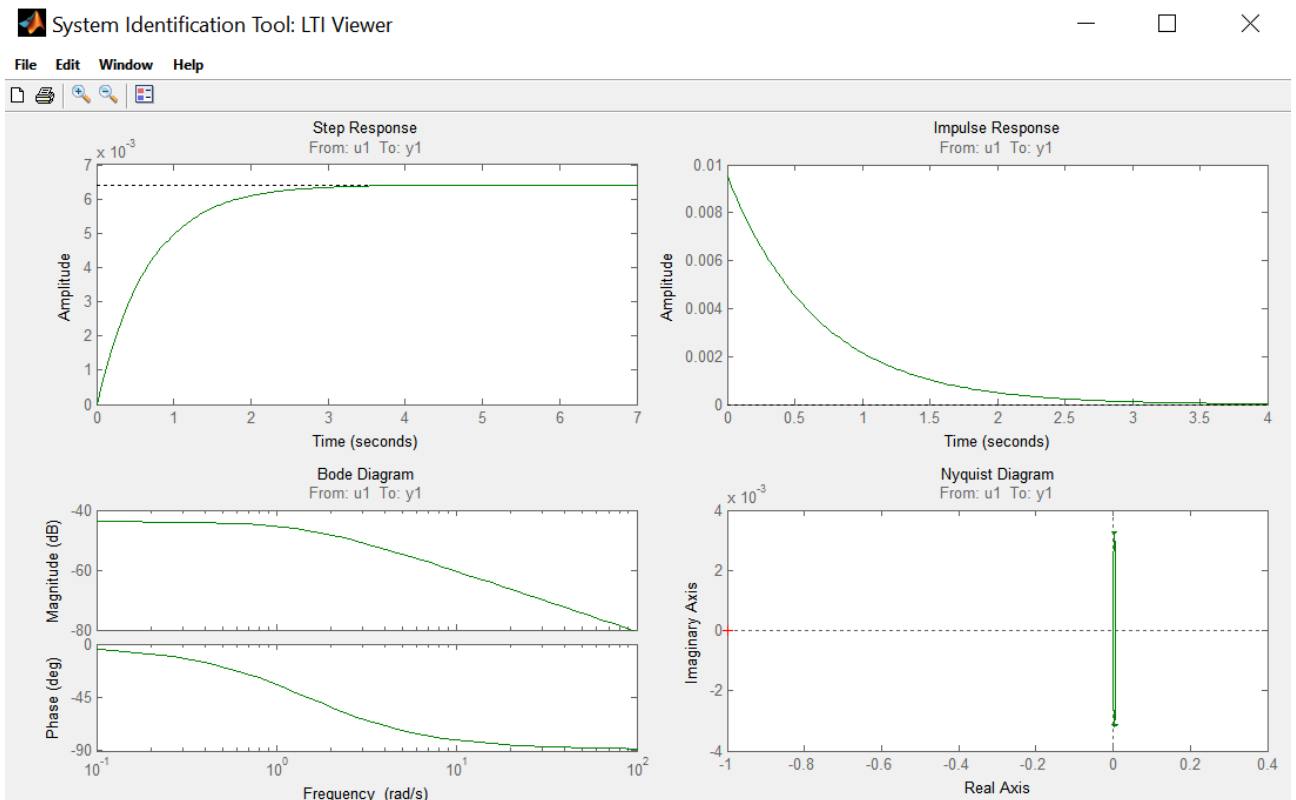


Рисунок 3.12 – Характеристики моделі управління

На підставі виконаних досліджень отримана модель об'єкту управління у виді передавальної функції:

$$W(s) = \frac{0.006415}{(0.67194s + 1)}$$

3.4.4 Розробка моделі об'єкта управління в Simulink

За результатами ідентифікації розроблена модель об'єкта управління в графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink (рис. 3.13) у вигляді передавальної функції.

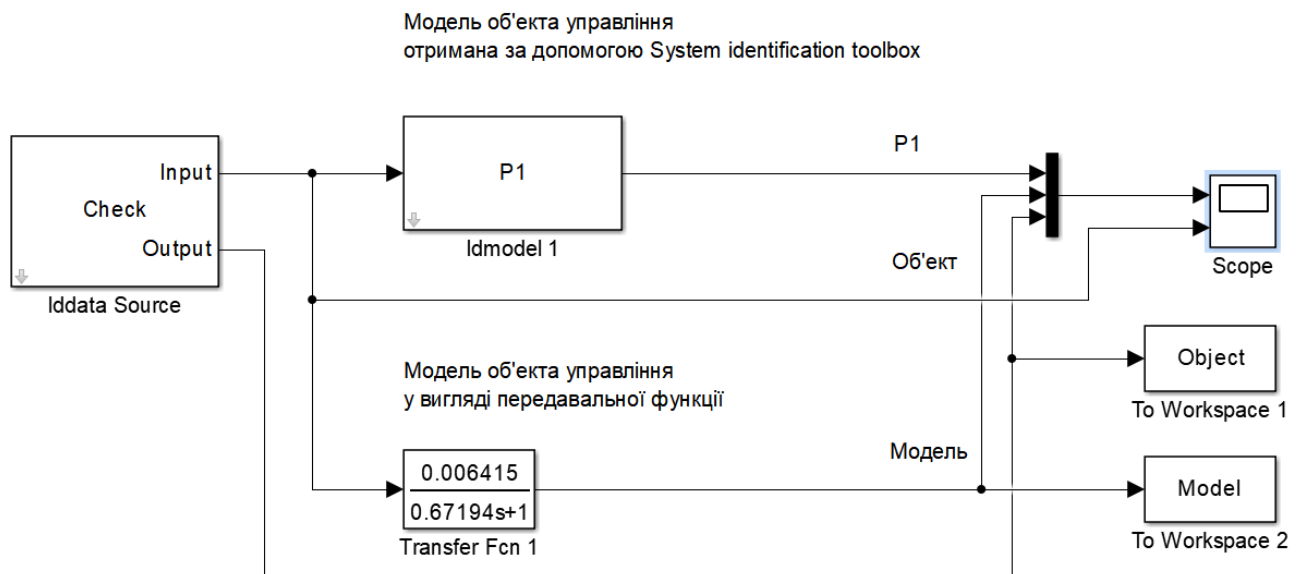


Рисунок 3.13 – Модель об'єкта управління в середовищі Simulink

Результати моделювання об'єкта управління з використання перевіірочних даних наведені на рис. 3.14. Згідно отримана модель об'єкта у вигляді передавальної функції не відрізняється від моделі об'єкта отриманої у програмному забезпеченню “System identification toolbox”. Крім того результати моделювання практично не відрізняються від перевіірочних даних. Таким чином отримана модель у вигляді передавальної функції може бути використовуватися у подальших дослідженнях.

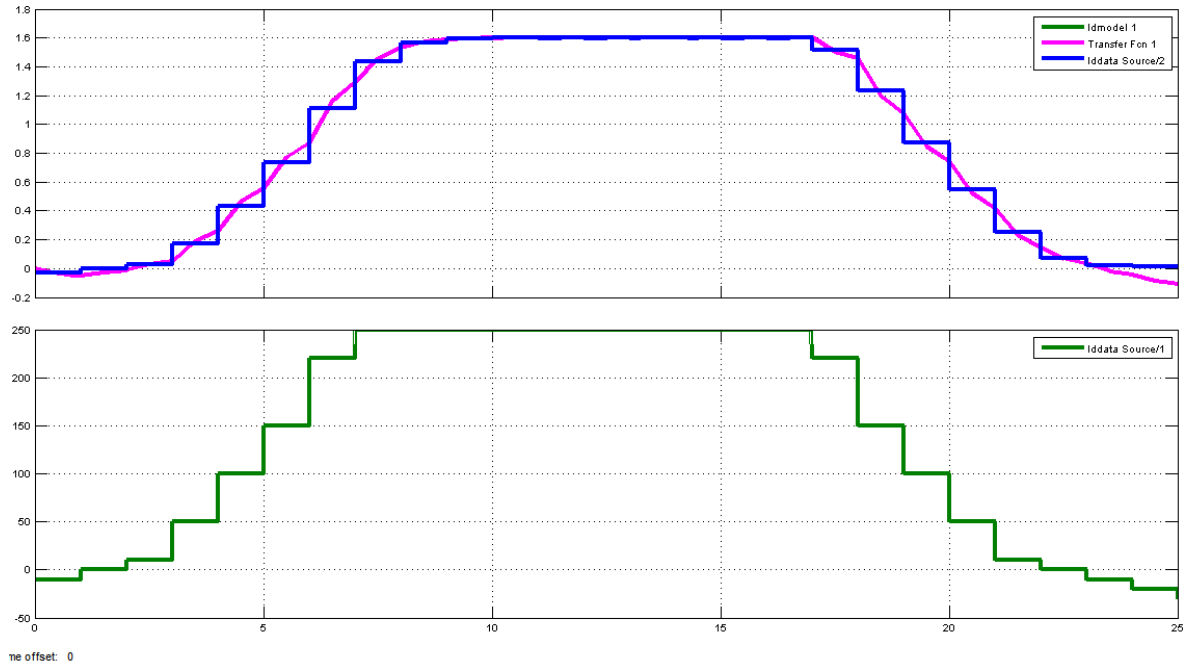


Рисунок 3.13 – Результати моделювання

3.4.5 Перевірка моделі на адекватність

На підставі результатів моделювання та перевірочних даних виконано аналіз адекватності моделі об'єкта управління за методом нормованого середнє квадратичного відхилення:

```
>> nrmse = goodnessOfFit(Model, Object, 'NRMSE') * 100.0
nrmse = 83.0234
```

Згідно з перевіркою модель відповідна до об'єкту управління на 83,02%, а тому є адекватною та може бути використана для моделювання об'єкту управління в подальших дослідженнях.

Остаточна модель об'єкту управління наведена на рис. 3.13, а результати моделювання на рис. 3.14.

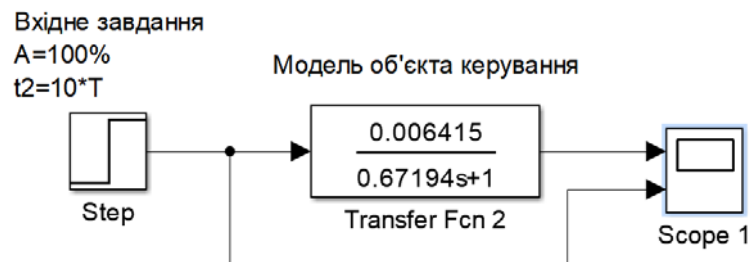


Рисунок 3.13 – Остаточна модель об'єкта управління

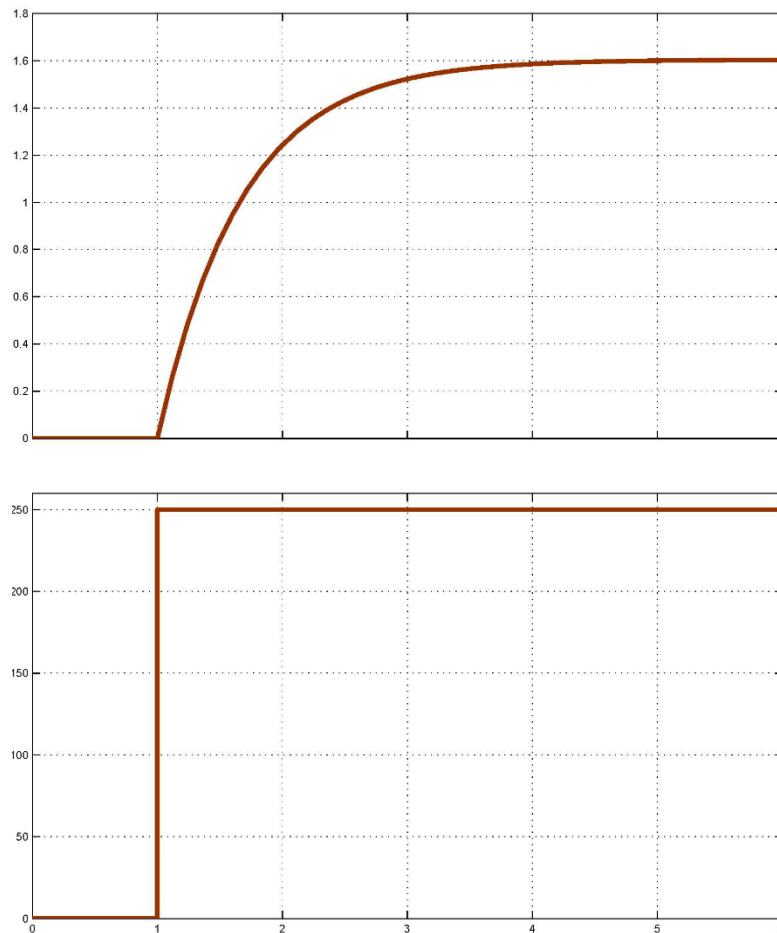


Рисунок 3.14 – Результати моделювання

3.5 Висновки за розділом

В процесі виконання кваліфікаційної роботи виконано дослідження об'єкта управління.

В результаті структурної ідентифікації встановлено, що об'єкт управління може бути представлений у вигляді аперіодичної ланки першого.

За результатами параметричної ідентифікації встановлено, що об'єкт управління може бути представлений у вигляді аперіодичної ланки першого порядку і розрахована його параметри.

На підставі передавальної функції розроблена модель об'єкта управління в середовищі імітаційного моделювання Simulink. Модель об'єкта відповідає перевірочним даними на 99.13 %. Виходячи з цього, модель є адекватною і може бути використаня для моделювання об'єкта управління і системи управління в цілому.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розвиток технічних, апаратних і програмних засобів, дає можливість підприємствам зменшувати витрати, підвищувати якість продукції, збільшувати швидкість виробництва, автоматизувати процеси і безліч інших рішень.

У цьому розділі кваліфікаційної роботи приведено економічне обґрунтування доцільності використання автоматизованої система управління вантажного ліфта. В якості об'єкта управління виступає двигун привіда переміщення ліфта, для якого виконується розробка системи автоматичного управління.

Проектована підсистема автоматизації дозволить істотно заощадити на підвищенню швидкості доставки вантажів, зменшенню логістичних помилок.

4.1 Розрахунок капітальних витрат

4.1.1 Розрахунок трудомісткості розробки програмного забезпечення

Нормування праці в процесі створення програмного забезпечення ускладнене із-за творчого характеру праці програмістів. Тому трудомісткість обробки програмного забезпечення може бути розрахована на основі системи моделей з різною точністю оцінки.

Трудомісткість обробки праці програмного забезпечення можна розрахувати по формулі:

$$t = t_0 + t_d + t_a + t_n + t_{opl} + t_d, \text{ людино-годин} \quad (4.1)$$

- де t_0 – витрати праці на підготовку і опис поставленого завдання;
 t_d – витрати праці на дослідження алгоритму рішення завдання;
 t_a – витрати праці на обробку блок-схеми алгоритму;
 t_n – витрати праці на програмування по готовій блок-схемі;
 t_{opl} – витрати праці на налаштування програм на ЕОМ;
 t_d – витрати праці на підготовку документації за завданням.

Складові частини витрат праці визначаються на підставі умовної кількості оброблюваних операторів в програмному забезпеченні. До них відносять ті оператори, яких необхідно написати в процесі роботи над програмою з

урахуванням можливих уточнень в постановці завдання і удосконалення алгоритму.

Умовна кількість операторів в програмі:

$$Q = q \cdot c \cdot (1 + p), \quad (4.2)$$

де q – кількість операторів, використовуваних в програмі;
 z – коефіцієнт складності програми;
 p – коефіцієнт корекції програми в процесі її обробки.

За узгодженням з керівником проекту, значення коефіцієнтів z і p були узяті відповідно до 1,25 і 0,2.

Таким чином, для програми, описаної в кваліфікаційній роботі:

$$Q = 1200 \cdot 1,25 \cdot (1 + 0,2) = 1800 \text{ операторів.}$$

Оцінка витрат праці на підготовку і опис завдання в кваліфікаційній роботі складають $t_0 = 10$.

Витрати праці на вивчення опису завдання визначаються з уточненням опису і кваліфікації програміста по формулі:

$$t_u = \frac{Q \cdot B}{(75 \dots 85) \cdot k}, \text{ людино-годин,} \quad (4.3)$$

де B – коефіцієнт збільшення витрат праці $B = 1, 2, 1, 5$;
 k – коефіцієнт програміста, які визначається залежно від стажу роботи за фахом.

В даному випадку коефіцієнт $k = 0,8$ - при стажі роботи до 2 років.

Таким чином, витрати праці на вивчення опису завдання :

$$t_u = \frac{1800 \cdot 1,3}{85 \cdot 0,8} = 34,4 \text{ людино-годин.}$$

Витрати праці на обробку алгоритму рішення задачі :

$$t_a = \frac{Q}{(20 \dots 25) \cdot k}, \text{ людино-годин,} \quad (4.4)$$

$$t_a = \frac{1800}{25 \cdot 0,8} = 90 \text{ человеко-часов.}$$

Витрати праці на складання програми по готовій блок-схемі:

$$t_n = \frac{Q}{(20 \dots 25) \cdot k}, \text{ людино-годин,} \quad (4.5)$$

$$t_n = \frac{1800}{25 \cdot 0,8} = 90 \text{ людино-годин.}$$

Витрати праці на налаштування програм ЕОМ розраховуються по формулі, за умови автономного налаштування одного завдання :

$$t_{oml} = \frac{Q}{(4...5) \cdot k}, \text{ людино-годин,} \quad (4.6)$$

$$t_{oml} = \frac{1800}{5 \cdot 0,8} = 450 \text{ людино-годин.}$$

Витрати праці на підготовку документації за завданням визначаються по формулі:

$$t_o = t_{op} + t_{oo}, \text{ людино-годин,} \quad (4.7)$$

де t_d – трудомісткість підготовки матеріалів до рукопису;

t_{oo} – трудомісткість редагування, друку і оформлення документації.

$$t_{op} = \frac{Q}{(15...20) * k}; \quad (4.8)$$

$$t_{op} = \frac{1800}{20 \cdot 0,8} = 112,5 \text{ людино-годин,}$$

$$t_{op} = 0,75 \cdot t_{op}; \quad (4.9)$$

$$t_{op} = 0,75 \cdot 112,5 = 84,4 \text{ людино-годин,}$$

$$t_o = 112,5 + 84,4 = 196,9 \text{ людино-годин,}$$

$$t = 10 + 34,4 + 90 + 90 + 450 + 196,9 = 871,3 \text{ людино-годин.}$$

Таким чином, трудомісткість розробки програмного забезпечення складає 871,3 людино-годин.

4.1.2 Розрахунок витрат на створення програмного забезпечення

Витрати на створення програмного забезпечення ($K_{пз}$) включають витрати на заробітну плату розробника програми і вартість машинного часу, необхідного для налаштування програми на ЕОМ ($З_{мн}$) :

$$K_{пз} = З_{зп} + З_{мн}, \text{ грн.} \quad (4.10)$$

Заробітну плату розробника програми визначається по формулі:

$$З_{зп} = t \cdot C_{np}, \text{ грн,} \quad (4.11)$$

де t – загальна трудомісткість розробки програмного забезпечення;
 C_{np} – середньо-годинна заробітна плата програміста (основна і додаткова) з нарахуваннями, грн/годину. $C_{np}=65$ грн/годину.

$$Z_{зп} = 871,3 * 65 = 37\ 408,5 \text{ грн.}$$

Вартість машинного часу, необхідного для налаштування програми на ЕОМ :

$$Z_{мв} = t_{отл} \cdot C_{мч}, \text{ грн,} \quad (4.12)$$

де $t_{отл}$ – трудомісткість відлагодження програм на ЕОМ;
 $C_{мч}$ – вартість машино-години ЕОМ, грн/годину.
 $C_{мач}=15$ грн/годину.

$$Z_{мв} = 450 \cdot 15 = 6750 \text{ грн,}$$

$$K_{но} = 37\ 405,5 + 6750 = 44\ 158,5 \text{ грн.}$$

Таким чином, витрати на створення програмного забезпечення складають 44 158,5 грн

4.1.3 Розрахунок додаткових капітальних витрат

Капітальні витрати - це засоби, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Капітальні витрати на розробку створюваної системи видаленого контролю відбиті в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахунок капітальних витрат при розробці

	Устаткування	Кількість, шт.	Ціна, грн	Монтажно-налагоджувальні роботи, грн	Всього
1	Датчик MICROSONAR UTP-2114	1	527,00	42,16	569,16
2	Датчик E40H8-1 800-3-N-24	2	7425,00	594,0	8019,00
3	Частотний перетворювач ESMD152L4TXA	1	4635,00	370,80	5 005,8
4	Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21	1	20825,00	1666,00	22491,00
5	Програмований логічний контролер 214-2BS33	1	9800,00	784,00	10584,00
6	Модуль дискретного вводу 221-1BF00	1	4050,00	324,00	4374,00
7	Функціональний модуль 250-1BS00	1	2500,00	200,00	2700,00
8	Модуль аналогового виводу 232-1BD40	1	9800,00	784,00	10584,00
9	Модуль дискретного виводу 222-1BF00	1	2500,00	200,00	2700,00
10	Блок живлення SPD24301	1	2500,00	200,00	2700,00
	Всього	-	64562,00	5164,96	69726,96

4.2 Експлуатаційні витрати

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію і обслуговування об'єкту проектування за певний період (наприклад, рік), виражені в грошовій формі:

$$Z_{\text{тек}} = C_a + C_z + C_c + C_m + C_3, \quad (4.13)$$

де $C_{\text{мач}}$ – амортизаційні відрахування;

I_z – заробітна плата обслуговуючого персоналу;

I_c – відрахування на соціальні заходи від заробітної плати (22% від I_z);

O_m – витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт устаткування;

O_t – вартість електроенергії, споживаної об'єктом.

Устаткування, розробленої в кваліфікаційній роботі системи, відноситься до 4 групи по мінімальних термінах корисного використання. Передбачуваний термін експлуатації системи складає 5 років.

Розрахунок амортизаційних відрахувань зробимо по методу прискореного зменшення залишкової вартості, де використовується подвоєна норма амортизації :

$$H_A = \frac{2}{t} \cdot 100, \% \quad (4.14)$$

де H_A - коефіцієнт амортизації, долі одиниць.

Перевагою цього методу є те, що впродовж перших років експлуатації об'єкту проектування накопичується значна сума коштів, необхідних для його відновлення.

Отже, норма амортизації для проекрованої і альтернативної системи управління складе:

$$H_{a a} = \frac{2}{5} \cdot 100 = 40\%, \quad H_{a \text{ пр}} = \frac{2}{5} \cdot 100 = 40\%.$$

$$C_a = \frac{\text{ПС} \cdot H_a}{100\%}, \text{ грн} \quad (4.15)$$

де A_c - річна сума амортизації, грн;

ПС - первинна вартість (капітальні витрати – К), грн.

$$A_c = C_e \cdot 0,4 = 69726,96 \cdot 0,4 = 27\,890,78 \text{ грн.}$$

Розрахуємо заробітну плату обслуговуючого персоналу :

$$C_e = ((T_{ка} - T_{ур} - B_{вих} - T_{оп}) \cdot c_m) \cdot T_{чи}, \text{ грн}, \quad (4.16)$$

де $T_{ка}$ – кількість календарних днів у році;

$T_{ур}$ – кількість днів празників у році;

$T_{оп}$ – кількість днів відпустки у році;

$B_{вих}$ – кількість вихідних днів у році;

i_m – термін зміни;

$B_{ч}$ – середньо-годинна заробітна плата.

$$C_e = (((365 - 10 - 104 - 20) \cdot 8) \cdot 42 = 77\ 616 \text{ грн.}$$

Розрахуємо відрахування на соціальні заходи від заробітної плати:

$$I_c = 0,22 \cdot I_z = 0,22 \cdot 77\ 616 = 17\ 075,52 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт устаткування:

$$O_t = 0,01 \cdot K = 0,01 \cdot 69726,96 = 697,27 \text{ грн.}$$

Розрахуємо вартість електроенергії, споживаної об'єктом:

$$C_e = K_a \cdot K_m \cdot K_{дж} \cdot K_m \cdot T, \text{ грн.} \quad (4.17)$$

де K_a – кількість електроенергії, споживаної на робочому місці за годину;

K_m – кількість місяців в році;

K_m – кількість робочих днів за місяць;

K_a – тривалість зміни;

T – тариф на електроенергію для підприємств (для підприємств 2 класу 2,36844 грн. без ПДВ).

$$C_e = 1 \cdot 8 \cdot 21 \cdot 12 \cdot 2,36844 \cdot 1,2 = 3\ 310,53 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати складуть:

$$T_{ек} = 27\ 890,78 + 77\ 616 + 17\ 075,52 + 697,27 + 3\ 310,53 = 126\ 590,1 \text{ грн.}$$

Таким чином, річні експлуатаційні витрати, пов'язані із застосуванням системи, що розробляється, складатимуть 126 590,1 грн.

Річну економію на поточних витратах ($P_{ук}$), визначається по формулі:

$$P_{ук} = Z_{ір} - (T_{ек} + Z_a) \quad (4.18)$$

де $T_{ек}$ – річні поточні витрати, пов'язані із застосуванням системи

Z_{ip} - витрати без застосування системи;

Z_a - витрати після застосування системи.

Розрахуємо річні витрати на рішення задачі без застосування розробленої системи.

За джерельними даними собівартість випуску продукції у середньому зменшиться на 1 %.

Розрахуємо річні витрати на рішення задачі без застосування розробленої системи;

$$Z_{ip} = 0,72 * 100\,000\,000 = 72\,000\,000 \text{ грн.}$$

Витрати на рішення задачі після застосування системи:

$$Z_a = 0,72 * 100\,000\,000 * (1,00 - 0,01) = 71\,280\,000 \text{ грн.}$$

Визначимо річну економію на поточних витратах:

$$P_{ук} = 72\,000\,000 - (126\,590,1 + 71\,280\,000) = 593\,409,9 \text{ грн.}$$

Таким чином, річна економія на експлуатаційних витратах складає 593,4 тис. грн.

4.3 Оцінка економічної ефективності

Оцінка економічної ефективності здійснюється на основі визначення і аналізу наступних показників :

- 1) розрахункового коефіцієнта ефективності капітальних витрат E_p ;
- 2) терміну окупності капітальних витрат $K_{ек}$.

Коефіцієнт ефективності капітальних витрат показує, скільки гривень додаткової економії приносить одна гривня капітальних витрат :

$$E_p = \frac{P_{эк}}{K}, \quad (4.19)$$

де K - капітальні витрати на придбання і впровадження системи видаленого контролю;

$P_{ук}$ - річна економія.

$$E_p = 593\,409,9 / 69\,726,96 = 8,51 \text{ (долі одиниць).}$$

Таким чином, коефіцієнт ефективності капітальних витрат складе 8,51.

Термін окупності капітальних витрат на придбання і впровадження проекту за рахунок загальної економії розраховується по формулі:

$$T_{\text{ЭК}} = \frac{K}{P_{\text{ЭК}}}, \quad (4.20)$$

$$T_{\text{ак}} = 69\,726,96 / 593\,409,9 = 0,12.$$

Таким чином, термін окупності капітальних витрат складе 0,12 року.

Фінансово-економічні показники, що характеризують ефективність створення і використання розробленого проекту відображені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Фінансово-економічні показники використання системи, що розробляється

Найменування	Одиниця виміру	Значення показника
Капітальні витрати на придбання і впровадження системи	грн	69 726,96
Річні поточні витрати, пов'язані з використанням системи	грн	126 590,10
Річна економія від впровадження системи	грн	593 409,90
Коефіцієнт ефективності	долі од.	8,51
Розрахунковий термін окупності капітальних витрат	років	0,12

4.4 Висновок за розділом

У цьому розділі кваліфікаційній роботі були розраховані економічні показники, які показують економічну доцільність системи управління, що розробляється.

При впровадженні проектованої системи капітальні витрати складуть 69,7 тис. грн. Річні поточні витрати складають 126,6 тис. грн. Річна економія на поточних витратах складає 593,4 тис. грн. Термін окупності проектних капітальних вкладень за рахунок скорочення експлуатаційних витрат складає 0,12 років. Коефіцієнт ефективності 8,51, тобто кожна гривна капітальних витрат принесе 8,51 грн. прибутку.

Виходячи з розрахованих даних, можна зробити висновок, що впровадження і використання проектованої системи економічно доцільне.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Об'єктом дослідження є робоче місце оператора по управлінню вантажним ліфтом, котре розташовується в приміщенні наступних розмірів: довжина – 8 м., ширина - 5,5 м., висота – 3 м. Приміщення має одні двері й два віконних прорізи. Двері навісні, негорючі, тому що виготовлені з листової сталі. У приміщенні внутрішніх перегородок немає. Стіни й стеля побілені, вікна закриті білими шторами, підлога викладена пластиковою плиткою. Усередині приміщення розташовані чотири робочі місця, кожне з яких являє собою робочий стіл і персональний комп'ютер на ньому. Приміщення має пожежну сигналізацію.

Будинок, у якому знаходиться приміщення, по межі вогнестійкості, тобто здатності затримувати поширення вогню, можна віднести до першого ступеня вогнестійкості.

5.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці

В приміщенні розташовані споживачі з напругою 220 В. Майже всі електричні розетки, розташовані по периметру приміщення, дають фазну напругу 220 В.

Більшість споживачів електричної енергії (системні блоки персональних комп'ютерів, блоки живлення), у яких існує ймовірність пробією електричної фази на корпус, являють собою значну небезпеку для здоров'я й життя людей, що працюють із ними. Небезпеку, що несе кожен з перерахованих вище пристроїв в аварійному режимі, можна усунути. Так як в мережах із глухо заземленою нейтраллю напругою до 1 000 В захисне заземлення не ефективно (струм глухого замикання на землю залежить від опору заземлювача), то безпека забезпечується заземлювачем, зменшуючи тривалість режиму замикання на корпус. Для цього прокладається нульовий провід, що з'єднується із глухо заземленою нейтраллю джерела, до якого й приєднують металеві корпуси всіх потенційних споживачів. При замиканні на корпус електроустановка переходить у режим короткого замикання, у результаті чого спрацьовує максимальний

струмовий захист, що селективна відключає ушкоджену ділянку мережі. Крім того, занулення знижує потенціали корпусів, що з'являються в момент замикання на землю.

Струмовий захист реалізовано з використанням автоматів, які розривають електричну мережу при високих струмах навантаження. У приміщенні є один центральний автомат, що дозволяє знеструмити все приміщення. При замиканні фази на корпус одного з комп'ютерів, відбувається відключення від мережі всіх споживачів.

У цілому для забезпечення електробезпечності в приміщенні необхідно регулярно проводити інструктажі й перевірки всіх співробітників на предмет знання техніки безпеки.

Кожне з чотирьох робочих місць обладнані для роботи з застосуванням ПК. Площа, виділена для одного робочого місця з ПК, згідно положень міжнародних нормативно-правових актів, повинна складати не менше 6 кв. м, а об'єм - не менше 20 куб. м. Розташування робочих місць відносно світлових прорізів повинно забезпечити падіння природного світла збоку, переважно зліва. Робочі місця необхідно розміщувати на відстані не менше 1 м від стін зі світловими прорізами. Відстань між бічними поверхнями відеотерміналів має бути не менше 1,2 м. Відстань між тильною поверхнею одного відеотерміналу та екраном іншого не повинна бути менше 2,5 м. Прохід між рядами робочих місць має бути не менше 1 м.

Так як використання персональних ПК є основним видом діяльності, то вказане обладнання розміщується на основному робочому столі, з лівого боку.

Висота робочої поверхні столу для ПК 680 – 800 мм, а ширина - забезпечує можливість виконувати операції в зоні досяжності моторного поля. Замовні розміри столу: висота – 725 мм, ширина - 600 - 1400 мм, глибина - 800 – 1 000 мм.

Кожен робочий стіл для ПК має простір для ніг висотою 600 мм, шириною 500 мм, глибиною на рівні колін 450 мм, на рівні витягнутої ноги 650 мм.

Найбільш шкідливим виробничим фактором в умовах лабораторії є персональний комп'ютер. Шкода, що наноситься здоров'ю людини, що сидить перед екраном монітора, може проявлятися як:

- погіршення зору;
- швидка стомлюваність;
- нервова перенапруга.

Серед причин, що впливають на зниження зору й підвищену стомлюваність організму людини є неправильне планування роботи за комп'ютером. При тривалій роботі з комп'ютером очі людини постійно спрямовані практично в одну крапку, через що постійно втрачають здатність чітко розрізняти спочатку вилучені, а потім і близько розташовані предмети. Потрібно намагатися ретельно продумувати й реалізовувати алгоритми й тексти програм на папері, для того, щоб при роботі з комп'ютером менше часу витратити на їхнє налагодження. Крім швидкоплинної короткозорості, постійна нервова напруга може привести до появи й розвитку різних професійних захворювань (нервово-психічних, серцево-судинних та інших).

Як уже було згадано, робота з комп'ютером є найнебезпечнішою в приміщенні з погляду те, що є можливість одержання професійних захворювань програміста: короткозорості, нервово-психічних, серцево-судинних та інших захворювань.

Для того, щоб запобігти виникненню, або сповільнити розвиток наведених вище захворювань, виконані заходи:

- при комплектації робочого місця програміста, або користувача персонального комп'ютеру приділяється особлива увага справності й технічним характеристикам монітора, використовується найбільш сучасні моделі;
- перед уведенням в експлуатацію монітор налаштовується на найбільшу можливу частоту кадрового розгорнення, обумовлену технічними можливостями моделі монітора;
- застосовані спеціальні навісні захисні фільтри для зниження випромінювання монітора, якщо модель монітора не має спеціальне захисне покриття екрана, що виконує ті ж функції;
- при роботі з комп'ютером відстань від екрана до ока працівника повинна складати відповідно табл. 51.:

Таблиця 5.1 – Нормована відстань від екрана до ока працівника при роботі з комп'ютером

При розмірах екрана по діагоналі	35/38 см (14"/15") ----- 600 - 700 мм
	43 см (17") ----- 700 - 800 мм
	48 см (19") ----- 800 - 900 мм
	53 см (21") ----- 900 - 1000 мм

Розташування екрану відеотерміналу має забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині і тому розміщується під кутом ± 30 град. від лінії зору працівника;

- ефективно спланований робочий час і перелік робіт, що вимагають виконання, для того, щоб час проведене за комп'ютером використовувалося найбільше ефективно, з користю й найменшою погрозою для здоров'я;
- при роботі з комп'ютером потрібно регулярно відволікатися й давати можливість очам і організму в цілому знімати ту напругу, у яку вони переходять у процесі роботи;
- правильно сплановане освітлення приміщення, тому що шкода, що спричиняється випромінюванням монітора очам програміста, набагато більша в погано освітленому приміщенні, чим у приміщенні задовольняючим загальноприйнятим нормам освітленості.

Пожежна профілактика

Метою заходів з пожежної безпеки є створення таких умов у приміщенні, при яких виключається можливість пожежі, а в разі її виникнення запобігає вплив на людей небезпечних факторів пожежі і забезпечується захист матеріальних цінностей.

В умовах розглянутого приміщення можливі три джерела виникнення пожежі:

- випадкове замикання в електропроводці;
- необережне використання нагрівальних приладів;
- несправність або перегрів комп'ютерної техніки й електронної апаратури.

У випадку виникнення пожежа може легко поширитися по всьому приміщенню, тому що в ній перебувають: горючі меблі (столи, стільці), друкована продукція (книги, документація, звіти).

Пожежна сигналізація дозволяє швидко виявити вогнище загоряння для вживання оперативних заходів по гасінню.

Для запобігання можливості виникнення пожежі в приміщенні проведено цілий ряд заходів. Щоб уникнути випадкового замикання в електропроводці:

- маємо комутаційну апаратуру для швидкого відключення ділянки електромережі, що зайнялася, від напруги;
- проводиться перевірка всіх розеток, вилок і вимикачів на предмет іскріння, що може привести до обгорання ізоляції й виникненню короткого замикання, а разом з ним і пожежі.

Ще одним джерелом загоряння може стати нагрівальний прилад, тому для пожежної безпеки необхідно:

- не залишати нагрівальний прилад без догляду;
- не залишати нагрівальний прилад на або поблизу легко займистих матеріалів (папір, тканина).

Несправність або перегрів комп'ютерної техніки й електронної апаратури також може стати причиною пожежі, тому необхідно:

- не експлуатувати несправну апаратуру;
- не експлуатувати справну комп'ютерну й електронну апаратуру без захисного корпусу;
- не допускати перегріву апаратури.

Для гасіння пожежі на початковій стадії, як первинні засоби гасіння пожежі, повинні бути передбачені два вуглекислотних вогнегасники ВВ-5.

5.3 Висновок за розділом

У цьому розділі було досліджено вплив шкідливих і небезпечних чинників на організм людини при роботі користувачів з ПК, а також:

- були проведені розрахунки кондиціонування, і встановлена необхідність застосування в досліджуваному приміщенні системи кондиціонування;
- запропоновано введення поліпшеного режиму відпочинку і праці для працюючих на ПК від 4 до 6 годин з регламентованими обідніми і технологічними перервами;
- описана оптимальна схема розміщення ПК і схема евакуації при надзвичайній ситуації.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розглянуті питання створення підсистема управління вантажним ліфтом, метою є удосконалення існуючої системи управління.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції системи управління, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблений вибір елементної бази, визначена структура системи управління.

В якості об'єкта управління обрано електропривід переміщення ліфта, для якого і виконується розробка підсистеми автоматичного управління. Вхідними параметрами є сигнали управління переміщенням ліфта. Вихідними параметрами об'єкту управління є наявність перешкоди зачиненню дверей ліфта положення ліфта, сигнали позиціювання для визначення точного положення ліфта на поверсі.

В якості підсистемі дослідження обрана система збору інформації про об'єкт управління. Основними функціями системи є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об'єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

Кваліфікаційну роботу виконано повністю відповідно до теми і завдання, оформлено відповідно до нормативних документів і методичних рекомендацій.

Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації для студентів бакалаврів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Ткачов В.В., Бубліков А.В., Цвіркун Л.І., Проценко С.М., Бойко О.О., Славинський Д.В., – Д.: «НГУ», 2016. – 27 с.
2. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з проектування систем автоматизації для студентів напрямку підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 109 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/Ev6J4Z>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
3. Бойко О.О., Проценко С.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з програмування систем реального часу для студентів напрямків підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Комп'ютерна інженерія» / О.О. Бойко, С.М. Проценко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 168 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/rVf8Zm>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
4. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теорії автоматичного управління для студентів напрямку підготовки «Комп'ютерна інженерія» / Укл.: О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 107 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/nUMtFE>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
5. УДК 62-526, В.І.Стецюк, В.А.Нікітов, Хмельницький національний університет, Підвищення ефективності роботи ліфтових перетворювачів частоти шляхом введення сигналу зворотного зв'язку, Вісник Хмельницького національного університету, №6, 2017.
6. НПАОП 0.00-1.02-08. Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів.
7. ДСТУ ISO 18738:2004. Ліфти (елеватори). Вимірювання параметрів якості руху ліфта.
8. ДСТУ EN 81-1:2003. Норми безпеки до конструкції та експлуатації ліфтів. Частина 1. Ліфти електричні.

9. Галкин А. А. Особенности механических параметров безредукторных лебедок лифта с низкоскоростным асинхронным двигателем / А. А. Галкин // Электропривод и системы управления: Труды МЭИ. – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – Вып. 685. – С. 67–72.
10. Копилов і.П. Ключов б.К. Довідник по електромашинах: У 2 т. Т 2. – М.: Енергоатоміздат, 1989. – 688 с.
11. Анфімов м.І. Редуктори: конструкція і розрахунок: Альбом.– М.: Машинобудова, 1993. – 432 с.;
12. Высшее профессиональное образование И.Я.Браславский, З.Ш.Ишматов, В.Н.Поляков Энергосберегающий Асинхронный Электропривод, под редакцией И. Я. Браславского;
13. С.Б.Манухин, И. К.Нелидов Устройство, техническое обслуживание и ремонт лифтов Учебник;
14. 6. URL www.lift.org.ua
15. 7. URL www.otis.ua
16. Корнеев Г. К., Коротков М. Г., Мацохейн И. С. Лифты пассажирские и грузовые. М.: Машгиз, 1958. - 568 с.
17. Павлов Н. Г. Лифты и подъемники. М.; Л.: Машиностроение, 1965. 203 с.
18. Архангельский Г. Г., Вайнсон А. А., Ионов А. А. Эксплуатация и расчет лифтовых установок. М.: МИСИ, 1980. - 128 с.
19. Соколов М. М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов. М.: Энергия, 1976. - 488 с.
20. Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов. М.: Госгортехнадзор, 1992. - 176 с.
21. Смехов А. А., Ерофеев И. И. Оптимально управление подъемно-транспортными машинами. М.: Машиностроение, 1975. - 239 с.
22. Петров Ю. П., Сиверин В. А. Оптимизация электроприводов с гибкими и упругими связями // Электричество. 1985. - № 3. - С. 57-59.
23. Красовский Н. Н., Летов А. М. К теории аналитического конструирования регуляторов // Автоматика и телемеханика. 1962. - № 6. - С. 713-721.

24. Структуры систем управления автоматизированным электроприводом / О. П. Ильин, В. И. Пансюк, Ю.Н. Петренко, В. П. Петренко. Мн.: наука и техника, 1978 - 458 с.
25. Ильинский Н. Ф., Козырев С. К. Применение микропроцессорных средств в автоматизированном электроприводе // Автоматизация электроприводов на базе микропроцессорных средств. Сборник научных трудов №100. Московский энергетический институт. 1986. - С. 3-8.
26. Ильинский Н. Ф., Козаченко В. Ф. Общий курс электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1992. - 544 с.
27. Москаленко В. В. Автоматизированный электропривод. М.: Энергоатомиздат, 1986. - 416 с.
28. Электроний ресурс: <https://uamper.com/URM08-RS485-%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8-dfrobot>
29. Электроний ресурс: https://owen.ua/uploads/92/catalog_2018-2019.pdf
30. Электроний ресурс: <https://razumdom.ru/catalog/rasprodazha/510/>
31. Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
32. ДСН 3.3.6.042-99 „Державні санітарні норми параметрів мікроклімату” - К.: МОЗ України, 2000.
33. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
34. ДСТУ Б.А.3.2-12:2009. Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги
35. ДНАОП 0.03-33.14-85. Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях.
36. Правила улаштування електроустановок Мінпаливвугілля України. – 2017 – 617с.

37. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості на небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». № 528 - 2001.
38. Голінько В.І., Фрундін В.Ю. Охорона праці в галузі електротехніки та електромеханіки – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2011. – 235с
39. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, затверджені наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 № 207.
40. Охорона праці в галузі. Конспект лекцій для студентів Інституту електроенергетики. / Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2013. – 86 с.
41. Методичні рекомендації з виконання заходів стосовно охорони праці при роботі з ПЕОМ та розрахунку освітлення у дипломних проектах студентів усіх спеціальностей/ Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2013.- 12 с.
42. ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин
43. ДСТУ 7234:2011 Дизайн і ергономіка. Обладнання виробниче. Загальні вимоги дизайну та ергономіки
44. ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги.
45. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги
46. ДСТУ 3191-95 (ГОСТ 12 2.137-96) Обладнання для кондиціонування повітря та вентиляції. Загальні вимоги безпеки.

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Шифр документу	Примітка		
1			<u>Документація</u>					
2								
3	A4	KIBС.KBP.151.18.07.ПЗ	Пояснювальна записка		ПЗ			
4								
5			<u>Графічна частина</u>					
6								
7	A2	KIBС.KBP.151.18.07.E2	Функціональна схема					
8			автоматизації	1	E2			
9								
10	A2	KIBС.KBP.151.18.07.E3	Схема електрична					
11			принципова	1	E3			
12								
13	A4	KIBС.KBP.151.18.07.ПЕЗ	Перелік елементів	1	ПЕ			
14								
15	A4	KIBС.KBP.151.18.07.Д	Презентація		Д			
16								
17		KIBС.KBP.151.18.07.ВДЕ	Носій інформації	1	ВДЕ			
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
			Підп.	Дата	KIBС.KBP.151.18.07.ТП			
Зм.	Арк.	№ докум.			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Панасенко		25.05.21		1	1	
П. конс.					Національний ТУ «Дніпровська політехніка», ЕТФ, 151-18ск-1			
Н. контр.				Автоматизація процесу управління вантажним ліфтом.				
				Відомість проекту				

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВІДГУК

на кваліфікаційну бакалавра по темі: «Автоматизація процесу управління вантажним ліфтом», студента гр. 151-18ск-1 Панасенко Юрій Костянтинович

Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою об'ємом ___ стор. формату А4 і графічною частиною ___ стор. формату А4.

Метою роботи є розробка підсистеми управління технологічним вантажним ліфтом.

У кваліфікаційній роботі розглянуті питання створення підсистеми управління вантажним ліфтом з метою є удосконалення існуючої системи управління. Викладена актуальність питання, визначені склад і функції автоматизованої підсистеми управління вантажним ліфтом, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблений вибір елементної бази, визначена структура системи управління.

В якості об'єкта управління обрано силовий привід для переміщення ліфта, для якого і розробляється підсистема управління. Вхідними параметрами є сигнали виклику, управління напрямком та тахограмою переміщення. Вихідними параметрами об'єкту управління є наявність перешкоди зачиненню дверей ліфта, положення ліфту.

В якості системи дослідження обрана підсистема збору інформації про об'єкт управління. Основними функціями системи є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об'єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді. Така підсистема може бути затребувана для будь-яких управління вантажними або пасажирськими ліфтами.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з професійною діяльністю фахівця спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані. ПЗ і графічна частина кваліфікаційної роботи виконана відповідно до вимог ГОСТ і ЕСКД, зауважень до проекту немає.

При виконанні кваліфікаційної роботи і ухваленні рішень проявлена висока міра самостійності, технічної грамотності.

Оцінки по розділах кваліфікаційної роботи - «_____».
Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінку «_____», а студент привласнення освітнього рівня «бакалавр» в галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування.

Керівник кваліфікаційної роботи, _____ ас. Карпенко О.В..

___ .06.2021

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну бакалавра по темі: «Автоматизація процесу управління вантажним ліфтом», студента гр. 151-18ск-1 Панасенко Юрій Костянтинович

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірці знань та ступеню підготовки здобувача вищої освіти за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів кваліфікаційної роботи виконано відповідно повністю до вимог стандартів та методичних рекомендацій.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції підсистеми управління вантажними ліфтами, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблено вибір елементної бази, визначена структура підсистеми управління.

В якості об’єкта управління виступає силовий електропривід ліфта, для якого виконується розробка підсистеми автоматичного управління переміщенням. Вхідними параметрами є сигнали положення та переміщення кабіни ліфта. Вихідними параметрами об’єкту управління є наявність команди на переміщення, переміщення з заданими параметрами та його положення.

В якості підсистеми дослідження обрана система збору інформації про об’єкт управління. Основними функціями підсистеми є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об’єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об’єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

Повнота та глибина вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі достатня.

В рамках кваліфікаційної роботи виконано аналіз технологічного процесу та об’єкта керування, постановка завдання, вибір апаратного забезпечення, визначення моделі об’єкта керування, розрахунок основних економічних показників та вирішення питань з охорони праці.

В цілому кваліфікаційна робота ступеню бакалавра заслуговує оцінки “_____” балів при відповідному захисті, а здобувач Панасенко Ю.К. присвоєння кваліфікації “бакалавр” за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”.

Рецензент, _____

_____.06.2021