

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра електронних  
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра

**Цифрова вимірювальна система для контролю параметрів руху ліфта**

студентки гр. ЕІз-71

К.А.Прилуцької

Науковий керівник,

ст. викладач, к.т.н.

В.І.Васильєв

2021

## РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є аналіз відомих методів контролю параметрів руху ліфтових систем для переміщення людей і вантажів.

Метою роботи є дослідження сучасних підйимально-транспортних технологій, засобів контролю руху для забезпечення системи керування ліфту необхідними параметрами впливу для комфортне переміщення пасажирів на заданий поверх споруди, а також керування системою ліфта за законами що забезпечують комфортні умови переміщення, безпеку і довговічність системи.

У результаті проведених досліджень встановлені шляхи виконання перелічених вище умов на основі технічних рішень із застосуванням сучасних цифрових технологій і досягнень електронної промисловості. Використання їх при проектуванні дає можливість створення якісних систем контролю, автоматизувати керування рухом ліфту з компенсацією впливів пружної частини системи на рух ліфту.

Стан сучасних ліфтових систем характеризуються наступними параметрами. Відстань між точками початку і кінця переміщення сучасного пасажирського ліфта наближається до 1000 м, кабіни ліфту можуть переміщувати до 30 осіб зі швидкостями від 0,5-4 м/с у звичайного ліфту і до 18 м/с для швидкісного ліфту. Вантажні ліфти переміщують до 10 т вантажу зі швидкістю до 1,5 м/с. При цьому автоматизовані системи керування повинні забезпечувати комфортні режими руху по параболічним трапецеїдальним законам, які передбачають плавний по увігнутої параболі початок прискорення руху, перехід по опуклої параболі на рівномірний рух і умовно симетричні режими уповільнення до зупинки в кінці руху.

Робота викладена на 29 сторінках, у тому числі включає 12 рисунків,     таблиць, список цитованої літератури із 31 джерел.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** СИСТЕМИ ІЗ СКЛАДНОЮ ДИНАМІКОЮ, КООРДИНАТИ РУХУ: ПЕРЕМІЩЕННЯ, ШВИДКІСТЬ, ПРИСКОРЕННЯ (УПОВІЛЬНЕННЯ), РИВОК, ІНЕРЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ, ВПЛИВ ПРУЖНОЇ ЧАСТИНИ ПІДЙОМУ, ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ, ОБМЕЖЕННЯ КООРДИНАТ, НЕЛІНІЙНИЙ ФІЛЬТР.

## ЗМІСТ

	с.
<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САК ЛІФТАМИ</b> .....	5
1.1 Елементи контролю руху ліфтових систем .....	5
1.2 Цифрові і аналогові системи вимірювання параметрів руху .....	6
1.3 Режими руху ліфтів і забезпечення їх оптимальної роботи .....	6
<b>РОЗДІЛ 2 КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РУХУ ЛІФТА</b> ...	8
2.1 Особливості динамічних властивостей систем глибоких ліфтів .....	8
2.2 Моделювання оптимальних робочих режимів .....	11
2.3 Оптимізація керування в режимах аварійного гальмування .....	13
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СХЕМ ВУЗЛІВ ПРИСТРОЮ</b> .....	14
3.1 Блок цифрового вимірювача швидкості .....	14
3.2 Блок керування і синхронізації пристрою .....	14
3.3 Комп'ютерне моделювання багатокординатного впливу .....	19
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	27
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	28

## **ВСТУП**

Сучасні багато поверхові будівлі висота яких в деяких країнах досягає 1000 м неможливо уявити без ліфтового підйому. Основна перевага вертикального транспорту – мала площа, яку займає його обладнання в будівлі.

Сучасні системи керування в основному будуються на основі цифрової елементної бази, у вигляді цифрових автоматів або мікропроцесорних, або комп'ютеризованих систем. Це стало можливим коли на ринку систем керування з'явився попит на високоточні, високотехнологічні і гнучкі технічні системи. Ця проблема стосується комунальної сфери, зокрема, пасажирських транспортних систем, а також промислових підприємств що використовують підймальні технології, наприклад, гірничо-добувні.

В процесі роботи ряду технічних систем відбуваються складні фізичні і інформаційні процеси. Зокрема енергетичні взаємодії елементів з інерційними властивостями приводять до коливань вихідного параметру, що погіршує динаміку, безпеку і ресурс роботи систем. Таки системи, як правило, складаються з стійких елементів і відносяться до статичних систем. Проблеми стійкості у них виникають в основному при застосуванні зворотних зв'язків. Передавальні функції таких систем мають полюси і це відповідно ускладнює динаміку системи, обмежує область застосування, тому що вони вимагають спеціальних корегуючи систем і не можуть бути застосовані для деяких критичних режимів роботи, вимагають точного контролю частотних параметрів системи. Також, ці параметри не завжди відповідають вимогам безпеки системи по швидкодії в аварійних режимах роботи.

## **РОЗДІЛ 1**

# ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САК ЛІФТАМИ

## 1.1 Елементна база вимірювальних систем контролю руху ліфта в шахті

На різних ділянках ліфтової шахти система керування ліфтом подає команди, в результаті яких:

- Перемикається електродвигун лебідки;
- Швидкість руху ліфта знижується або підвищується;
- Ліфт зупиняється і переходить в рух;
- Двері кабіни і шахти відкриваються і закриваються.

Своєчасність запуску цих процесів залежать від точності сигналу датчиків, розташованих на кабіні і в шахті ліфта. Ці датчики вирішують задачу контролю положення кабіни ліфта і відстежують:

- Крайнє верхнє положення кабіни;
- Крайнє нижнє положення кабіни;
- Селекцію поверху;
- Початок гальмування кабіни;
- Точну зупинку кабіни.

Виходячи з конструктивних особливостей ліфта, допустимої точності сигналу і бюджету, можливий вибір індуктивних, магніточутливих, оптичних або механічних датчиків положення кабіни ліфта.

## Кінцевий вимикач серій AP, AM 30мм з гумовим роликком



Робоча температура	-25 ... + 70C
Частота перемикачів	до 3600 циклів в годину
Корпус	Пластиковий або алюмінієвий
Термін служби	10000000 циклів
Кабельний ввід	PG13.5, PG11, NPT 1/2 ", M16x1.5, M20x1.5
Типи контактів	Триггерний НО + НЗ Плавний, перемикач без розриву живлення НО + НЗ Плавний, перемикач з розривом живлення НО + НЗ Плавний, одночасне перемикач НО + НО Плавний, одночасне перемикач НЗ + НЗ Плавний, перемикач з розривом живлення 2НО + НЗ Плавний, перемикач з розривом живлення НО + 2НЗ
Робоча температура	-25...+70C
Частота перемикачів	до 3600 циклів в годину

### Короткий огляд деяких сенсорних датчиків положення кабіни ліфта

1. Оптичний датчик OU N31P5-31P-24-LZ - встановлюється в шахті ліфта може бути пересічений будь-яким шунтом з будь-якого матеріалу, розташованим на кабіні. Датчик характеризується високою точністю, великою світловим резервом, що дозволяє працювати в умовах підвищеної запиленості.

2. Магніточутливий герконовий щілинний датчик MS-GR4P-21 - встановлюється в шахті ліфта і реагує на розташований на кабіні металевий (сталевий) шунт. Є бюджетним варіантом вирішення завдання контролю положення кабіни в шахті ліфта.

3. Індуктивний перетворювач переміщення ISAN EC8A-31P-15-PS4 - розміщується на кабіні ліфта і реагує на клиновидний шунт розташований в шахті. Таким чином можливий контроль наближення кабіни до поверху. Це рішення дозволяє використовувати дешеві аналогові датчики наближення для вимірювання великих переміщень.



Магніточувствительний датчик  
MS GR4P-21-4



Індуктивний преобразователь перемещения  
ISAN EC8A-31P-15-PS4



Магніточувствительний датчик  
MS A24A-21



Магніточувствительний датчик  
MS A24A-24



Магніточувствительний датчик  
MS A24A-240



Щелевой оптический датчик  
OU N31P5-31P-24-LZ

4. Магніточутливі герконові датчики серії MS A24A розташовуються на кабіні ліфта і спрацьовують на розташовані в шахті магніти:

- моностабільний - на магнітні стрічки Магнит 20x6 мм для моностабільних датчиків;
- бістабільні - магніт 20x1x4 мм, круглий для бістабільних датчиків

Магніточутливі датчики по принципу дії можна поділити на дві групи: герконові і на ефекті Холла.

**Герконові магніточутливі датчики** мають в своєму складі магнітокеруємий контакт (геркон), який змінює стан контактів при впливі керуючого магнітного поля.

Наближення магнітного поля (наприклад, постійного магніту на поршні циліндра) призводить до зміни електричного сигналу.

Найбільш поширене застосування герконових датчиків - контроль положення і переміщення поршня пневмо циліндру.

Це ідеальне рішення для моніторингу складальних процесів:

- Деталь затиснута/не затиснута;
- Вентиль/клапан відкритий/закритий;
- Деталь вставлена/витагнута;
- Механізм висунути/засунути.

Переваги герконових магніточутливих безконтактних вимикачів:

- Простота конструкції;
- Можливість роботи при змінному та постійному напруженні від 0,05 до 250 В (до 5000В для спец. модифікацій);
- Низький опір контактів (не більше 0,15 Ом у сучасних приладів);
- Незалежність характеристик від температури (температурний діапазон від - 60 ° С до + 155 ° С для спец виконань).

До недоліків можна віднести відносно невисоку (до  $10^7$ ) кількість робочих циклів і невисока (до 400 Гц) частота комутації.

**Датчики на ефекті Холла** не схильні до механічного зносу завдяки наявності електронного вихідного ключа. Спрацьовування датчика відбувається при зміні напруженості магнітного поля, викликаного, наприклад, переміщенням постійного магніту, розташованого на рухомої частини механізму.

Переваги магніточутливих безконтактних вимикачів на ефекті Холла:

- Практично необмежений ресурс через відсутність механічних контактів.
- Велика частота комутації (до 4 кГц і більше).

Магніточутливі датчики спеціального призначення:

- Поплавкові (герконові) датчики рівня
- Магніточутливого датчики NAMUR
- Магнітні системи



## РОЗДІЛ 2

### СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІФТАМИ

#### 1.1 Загальні принципи керування ліфтами

Ліфт це транспортний засіб основне призначення якого підймання і спуск людей на відповідний поверх багатоповерхової будівлі або переміщення вантажів ліфтами спеціального призначення на підприємствах. Зазвичай, традиційний ліфт представляє врівноважену систему що складається з кабіни (або судини) сполученої з противагою системою головних сталевих канатів перекинутих через ведучий шків в горі. Вал шківи зв'язаний із системою електроприводу до складу якої входить редуктор, електродвигун і система автоматизованого керування. В залежності від умов призначення ліфту, поверховості будівлі та інших вимог системи керування мають відповідні алгоритми і закони керування. При цьому необхідно зазначити, що при проектуванні ліфту передбачається два режими роботи, звичайний робочий і запобіжний аварійний режими роботи. Тому для забезпечення безпечної роботи необхідно враховувати декілька параметрів руху. Це завантаженість, швидкість, місцезнаходження в стволі шахти ліфту. Але для ліфтів будівель і споруд великої висоти також важливо враховувати впливи на рух пружних властивостей системи “канат - маси що рушаються”. Інерційні властивості цієї системи можуть викликати перерозподіли енергії між потенціальною енергією накопиченою в пружній системі і кінетичною енергією масами що рушаються. Коливання що виникають при цьому впливають на швидкодію системи особливо в критичних (аварійних) режимах роботи. Це погіршує комфортність пересування пасажиром, сприяє інтенсивності зносу механічного обладнання, збільшує експлуатаційні і зменшує часові втрати на ремонт і роботу. Ігнорування цих факторів приводить іноді до аварій ліфтів частіше пов'язаних з поступовим зносом канатів. Тому при проведенні в процесі експлуатації регламентних робіт обслуговування і ремонту канати досліджуються спеціальними вимірювальними приладами, які слідкують за цілісністю стану окремих провідників що складають канат. Зазвичай, це прилади з датчиками, що контролюють вихрові струми що виникають в перерізах канату при впливах змінного магнітного поля. Але, для надійності і безпечності систем ліфту

застосовують матеріали із багатократним запасом міцності. Що суттєво впливає на економічні показники всієї системи. Альтернативою є високоякісні системи керування мета яких впливати на складну електромеханічну систему керуючими діями, за законами що запобігають виникненню динамічних перевантажень в механічній системі при будь яких режимах роботи.

Основні вимоги до пасажирських ліфтів – це безпека, надійність, плавність прискорення, плавність руху і гальмування, точність зупинки кабіни, а також робота ліфта не повинна супроводжуватися високим рівнем шуму. Не один сучасний житловий будинок не обходиться без ліфтового обладнання, а в громадських місцях цей механізм виглядає так природно.

## **1.2. Типова промислова система керування ліфтом**

Система керування ліфтом забезпечує обслуговування вимог пасажирів (наказів з кабіни або викликів з поверхових постів), вирішуючи при цьому ряд логічних задач, пов'язаних насамперед з правильним вибором напрямку руху в залежності від взаємного положення поверху знаходження кабіни і поверху вимоги і з зупинкою кабіни на поверсі призначення, з відмінністю умов виконання наказів і викликів, з необхідністю забезпечення безпеки пасажирів під час роботи ліфта, а також з особливостями роботи ліфта в різних режимах (в машинному приміщенні є перемикач режимів).

У режимі «Нормальна робота» забезпечується прибуття і зупинка кабіни на поверх виклику, відкривання дверей і, після заходу пасажира в кабіну, подальший рух за наказами. Після звільнення кабіни на поверсі призначення двері закриваються, ліфт знову готовий до роботи за викликами (іноді можлива також зупинка рухається кабіна з попутним викликом).

У режимі «Керування з машинного приміщення» оператор може проконтролювати працездатність основних агрегатів і пристроїв ліфта, керуючи їм з машинного приміщення. У цьому режимі, з метою забезпечення безпеки, повинні бути виключені можливість роботи за викликами і наказам і можливість відкривання дверей (розриваються ланцюга живлення кнопок наказів і викликів і ланцюг живлення реле відкривання дверей).

У режимі «Ревізія» може бути реалізована інспекційна поїздка оператора на даху кабіни з метою контролю і профілактики обладнання шахти. При цьому для ліфтів з номінальною швидкістю більше 0,71 м / с швидкість руху повинна бути не більше 0,4 м / с в цьому режимі, тобто для двошвидкісних ліфтів рух має здійснюватися з «малої» швидкістю, а можливість роботи з «великою» швидкістю повинна бути виключена. Виключається можливість руху за командами керування від кнопок апаратів, встановлених в кабіні (накази), на посадкових майданчиках (виклики) і в машинному приміщенні. Керування рухом «вгору» і «вниз» здійснюється за допомогою встановленого на даху кабіни додаткового кнопочового поста, причому рух можливий тільки при кнопці (використання, наприклад, залипаючий кнопок виключається).

Обов'язковими режимами останнім часом стали також режим «Пожежна небезпека» і режим «Перевезення пожежних команд». Перший з них забезпечує примусовий рух кабіни на основний (зазвичай - перший) поверх без зупинки по попутним викликам при спрацьовуванні системи пожежної небезпеки, а другий дозволяє управляти кабіною при наявності відповідних ключів у представників пожежної команди.

Іноді застосовується також режим «Навантаження» (особливо в вантажно-пасажирських ліфтах), при якому виключається можливість роботи за викликами, виключається можливість автоматичного закривання дверей після закінчення витримки часу, а керування здійснюється тільки за наказами.

У сучасних ліфтах застосовується також режим «Аварія», при якому оператор має можливість відновити працездатність ліфта при знаходженні його в деяких аварійних ситуаціях (зняття кабіни з уловлювачів або виведення її в робочу зону при аварійному виході з неї).

Важливою характеристикою роботи ліфта в режимі «Нормальна робота» є різні можливості системи керування щодо виконання зупинок кабіни по попутним викликам. Розрізняють системи керування без збірного керування, з одностороннім збірним керуванням (при русі кабіни вниз) і з повним збірним керуванням (при русі кабіни і вгору, і вниз).

При використанні системи без збірною керування кабіна направляється на першу (за часом) з викликів, а надійшли пізніше виклики не приймаються і не виконуються. Можливість реєстрації і виконання нового виклику з'являється тільки після звільнення кабіни, навіть якщо нові виклики є попутними. Таке рішення забезпечує найбільш просту реалізацію схеми керування, але пропускна здатність ліфта при цьому невелика. Застосовується в вантажних і лікарняних ліфтах, а також в пасажирських ліфтах для будівель малої і середньої поверховості.

Ліфти з одностороннім збірним керуванням реєструють виклики з усіх поверхів. Якщо кабіна перебуває на поверсі нижче поверхів викликів, то кабіна направляється на поверх найвищого виклику, а потім, рухаючись за наказом вниз, зупиняється на поверхах попутних викликів, підбираючи пасажирів з цих поверхів (якщо кабіна не завантажена повністю і може прийняти додатково пасажирів). Таке керування з високим ступенем ймовірності відповідає характеру переміщення пасажирів в житлових будинках, тому і застосовується тут при високій поверховості цих будівель.

При використанні повного збірною керування на кожному поверсі встановлюються дві кнопки («вгору» і «вниз»), за допомогою яких пасажир може ввести в систему керування інформацію про потрібний йому напрямку переміщення. Кабіна, що рухається повз цього поверху по раніше надійшов виклик з іншого поверху або за наказом, зупиняється, якщо напрямок її руху збігається з необхідним для пасажирів з цього проміжного поверху. Ускладнення схеми виправдовується підвищенням пропускної спроможності ліфта. Застосовується в пасажирських ліфтах громадських і адміністративних будівель.

У будівлях підвищеної поверховості з напруженими пасажиропотоками встановлюють кілька ліфтів. При цьому потрібне узгодження роботи цих ліфтів за викликами, основними завданнями якого є підвищення продуктивності ліфтів, зменшення холостих пробігів і пов'язане з ними зменшення витрати енергії і зносу ліфтів, зменшення середнього часу очікування кабіни пасажирів. Ці завдання вирішуються системами групового керування, поширеним окремим випадком яких є системи парного керування для двох ліфтів. Алгоритм керування та реалізація цих систем залежать від типу будівлі і характеру пасажиропотоку і істотно розрізняються у

різних ліфтових фірм, проте є ряд конкретних рішень, які широко застосовуються (зокрема, в вітчизняних системах):

- виключається напрямок на поверх виклику більше однієї кабіни;
- виконання виклику на певний поверх призначається йде в потрібному напрямку не повністю завантаженої кабіні або, якщо такої немає, найближчої вільної кабіні;
- перша з звільнилася кабін автоматично направляється на поверх найбільшого попиту (зазвичай - перший), а решта кабін після звільнення залишаються на поверхах, на яких вони прийшли за наказами.

В адміністративних будівлях при груповому керуванні можуть використовуватися також «Ранковий» і «Вечірній» режими для збільшення ефективності переміщення пасажирів перед початком робочого часу і по його закінченні. У «ранковому» режимі відключаються всі виклики, крім першого поверху, кабіни розвозять пасажирів по наказам з першого на інші поверхи, а вивільнені кабіни автоматично направляються на перший поверх. У «Вечірньому» режимі кабіна рухається на поверх найвищого виклику без зупинок на проміжних поверхах, а потім рухаються вниз за наказом із зупинками на проміжних поверхах, тобто реалізується режим одностороннього збірного керування.

Незважаючи на велику різноманітність засобів реалізації систем керування ліфтами, алгоритмічна основа близька внаслідок однотипності вирішуваних завдань. Для одиночного ліфта в режимі нормальної роботи блок-схема системи керування може бути представлена у вигляді, наведеному на рис. 1.

Вузол реєстрації наказів і викликів УРВП отримує інформацію з кнопочних постів викликів і наказів ПВП, запам'ятовує її, передає сигнали про виклики і накази СВП в інші вузли, а потім відключає ці сигнали після виконання відповідних вимог. Виконується зазвичай на реле з самоблокуванням або на базі «залипающий» кнопок. У схемах на безконтактних логічних елементах для запам'ятовування цих сигналів зазвичай використовуються тригери (наприклад, D-тригери).

Вузол визначення положення кабіни УОПК являє собою сукупність встановлених в шахті і на кабіні датчиків і електричної схеми, які формують сигнали про поверхи положення кабіни в шахті СПК. Як датчики зазвичай використовуються поверхові перемикачі, індуктивні, герконові і фотодатчики, які при позиційному способі



УРПВ -узел реєстрації наказів і викликів, УВНД - вузол вибору напрямку руху, УОПК - вузол визначення положення кабіни, УЗО - вузол уповільнення і зупинки, ДПД - датчики положення дверей, ДСП - датчики стану ліфта, УБЗ - вузол блокувань і захистів, УВВ - вузол витримки часу, УОЗД - вузол відкривання і закривання дверей, ПСУ - позиційно-пристрій, що погодить, СВ - сигнал руху вгору, СН - сигнал руху вниз, СБ - сигнал великій швидкості, СМ -сигнал малій швидкості, СЗД - сигнал закривання дверей, СОД - сигнал відкривання дверей, СВВ - сигнал витримки часу, СВП - сигнали про виклики і наказах, СНПК - сигнал про наявність пасажера в кабіні, СПЗК - сигнал про повному завантаженні кабіни, СПГК- сигнал про перевантаження кабіни

Для цього використовується лічильник і встановлюються на кабіні один або два датчика («датчик уповільнення вгору» і «датчик уповільнення вниз»), які під час заходу жене кабіни в зону уповільнення кожного поверху забезпечують збільшення на одиницю показань лічильника, а при заході в зону уповільнення кожного поверху опускається кабіни - зменшення на одиницю показань лічильника. В результаті в лічильнику записується число (в двійковій системі числення), що визначає номер поверху положення кабіни. Ці числа можуть безпосередньо використовуватися в цифровому вигляді (наприклад, в мікропроцесорної системі керування) або за допомогою дешифратора перетворюватися в потенційні сигнали селекції, однозначно визначають поверх положення кабіни на відповідному виході дешифратора. Використання рахункового способу дозволяє спростити схему і істотно зменшити кількість датчиків, проте збільшується ймовірність отримання неправильної інформації про становище кабіни в результаті збою лічильника або впливу перешкод. Тому зазвичай на крайніх поверхах встановлюються додаткові датчики («датчик верхнього поверху» і «датчик нижнього поверху»), за сигналами з яких перевіряється відповідність показань лічильника номеру цього крайнього поверху і, в разі необхідності, корекція записаного в лічильнику числа.

Вузол вибору напрямку руху УВНД зіставляє сигнал про поверсі виклику або наказу СВП, що надходить з вузла реєстрації наказів і викликів УРВП, з сигналом про поверсі положення кабіни СПК, що надходять з вузла визначення положення кабіни УОПК, і на основі цього зіставлення подає на привід ліфта ПЛ або сигнал руху наверх

СВ, або сигнал руху вниз СН (наприклад, включаються відповідні контактори напрямку руху).

Вузол уповільнення і зупинки кабіни УЗ Про при збігу поверху положення кабіни (сигнал СПК) і поверху призначення (сигнал СВП) спочатку відключає сигнал великій швидкості СБ (відключається контактор великій швидкості приводу) і подає на привід ПЛ сигнал малій швидкості (включається відповідний контактор приводу), а потім, під час заходу кабіни в зону точної зупинки, знімає сигнал малій швидкості СМ, забезпечуючи відключення двигуна і гальмування кабіни.

Вузли УВНД, УЗО і УОПК включають в себе ряд загальних елементів і ланцюгів, які послідовно виконують різні завдання керування, тому їх іноді об'єднують в один вузол ПСУ (позиційно-пристрій, що погодить).

Вузол відкривання і закривання дверей УОЗД подає на привід дверей ПД сигнал відкривання СОД, коли поверх виклику або наказу (сигнал СВП) за нерухомої кабіни збігається з поверхом положення кабіни і знаходженні її в зоні точної зупинки (сигнал СПК). При відкритій кабіні сигнал наказу забезпечує закривання дверей.

Вузол блокувань і захистів УБЗ формує сигнал дозволу роботи ліфта СРРЛ за інформацією від датчиків нормального стану запобіжних пристроїв ліфта ДСЛ і від датчиків закритого положення дверей ДПД. Зазвичай цей вузол являє собою послідовно включені розмикаючі контакти цих датчиків (кінцевих вимикачів), через ланцюг яких здійснюється живлення схеми керування. Розмикання будь-якого з контактів знімає напругу зі схеми керування ліфтом і виключає можливість руху кабіни. При цьому для забезпечення можливості використання інформації про стан дверей часто використовується проміжне реле контролю дверей РКД, яке зазвичай включено при закритих дверях і відключається при відкриванні однієї з дверей. Датчики стану ліфта ДСЛ розмикають свої контакти у разі спрацювання уловлювачів (ВЛ), при виході кабіни за межі верхнього і нижнього поверхів (ВК), при ослабленні каната обмежувача швидкості (ВНУ), при обриві або витяжці одного або декількох підйомних канатів ліфта (СПК). У ланцюг контактів цих датчиків зазвичай вводять контакт вимикача, що розмикається при проведенні ремонтних робіт в напрямку шахти, і контакти кнопок «Стоп», розташованих в кабіні і в машинному приміщенні.



Вузол витримки часу УВВ (зазвичай це реле часу, вимикати через кілька секунд після зняття напруги з його обмотки) включає витримку після повного відкривання дверей (при знятті сигналу відкривання дверей СОД) і своїм сигналом СВВ через вузол УРПВ виключає можливість роботи ліфта за викликами. Двері при цьому залишаються відкритими, даючи можливість пасажиром увійти в кабінку або вийти з кабіни. Після закінчення витримки часу зняття сигналу СВВ через вузол УОЗД формується сигнал закривання дверей СЗД. При закритих дверях кабінка може продовжувати рух по наказам або звільняється для роботи за викликами. У ліфтах з нерухомим підлогою, коли відсутня інформація про наявність пасажирів в кабіні, після закривання дверей знову включається витримка часу, а сигнал СВВ виключає можливість роботи за викликами (кабінка вважається зайнятою). Це дає можливість забарився пасажиром і після закривання дверей прийняти рішення і натиснути потрібну кнопку наказу. Кабінка може рухатися по викликам лише після закінчення цієї додаткової витримки часу при відсутності наказів (кабінка вважається вільною). Таке рішення збільшує втрати часу під час роботи ліфта і не сприяє збереженню його високої безпеки, тому можливо лише в ліфтах з ненапруженими пасажиропотоками.

Вузол визначення завантаження кабіни УОЗК є встановлені під рухомим підлогою кабіни мікропереключачи, що спрацьовують при різній завантаженні кабіни. Сигнал про наявність пасажиром в кабіні СНПК (15 кг) надходить на вузол УРПВ і віддає пріоритет роботі за наказами. У ліфтах без збірному керування виклики при цьому відключені до повного звільнення кабіни, а в ліфтах зі збірним керуванням початок руху можливо тільки за наказом, але після пуску кабіни ланцюга викликів знову підключаються для забезпечення можливості зупинки по попутним викликам. Сигнал перевантаження ЗПГ (110%) надходить на вузол УОЗД і забороняє закривання дверей (а отже -і рух) перевантаженої кабіни. Сигнал повного завантаження кабіни СПЗК (90%) надходить на вузол УЗО і забороняє зупинку повністю завантаженої кабіни по попутним викликам, що виключає втрати часу на ці непотрібні зупинки (використовується тільки в ліфтах зі збірним керуванням). У деяких ліфтах використовується також інформація про інші рівнях завантаження кабіни. У ліфтах з нерухомим підлогою вузол УОЗК відсутня, що виключає можливість використовувати зазначену інформацію (робляться,

правда, спроби отримати інформацію про завантаження кабіни іншими засобами, які ще не набули широкого поширення).

## **РОЗДІЛ 3**

### **РОЗРОБКА СХЕМ ВУЗЛІВ ПРИСТРОЮ**

#### **3.1 Блок цифрового вимірювача швидкості**

Завданням блоку вимірювання частоти є підрахунок кількості періодів вхідного сигналу в інтервалі часу за заданою дискретністю. На підставі початкових даних визначимо необхідну розрядність лічильника, а також визначимося з елементною базою. Найбільша швидкість, що вимірюється беремо із запасом – 1.5 м/с. Точність вимірювань – 0.001 м/с. Таким чином необхідна розрядність лічильника визначається з співвідношення:

$$XXXX/Y = ZZZZ_{10} = (XXXX XXXX XXXX XXXX)_2$$

Тобто для забезпечення виконання заданих умов лічильник повинен складатися або з n корпусів двійково-десяткових лічильників (наприклад, К561ІЕ14), або з n-1 корпусів двійкових лічильників (наприклад, К561ІЕ11).

При виборі типу лічильника враховуються наступні умови:

- Різниця в кількості корпусів складає одну одиницю, що не істотно;

- Застосування двійкових лічильників не є обов'язковим, оскільки немає необхідності виконання арифметичних операцій комбінаційними суматорами, а операцію порівняння можна виконати на послідовних кодах;
- Застосування двійкових лічильників зажадає надалі перетворення паралельного двійкового коду у двійково-десяткові тетради для пристрою індикації, що значно ускладнить схему.

Виходячи із цього обираємо варіант побудови схеми на підставі двійково-десяткових лічильників з попереднім встановленням (паралельним записом). Властивості паралельного запису будуть використані для регістра зберігання інформації й безперервного виводу її на індикацію. Це дозволить більш зручне зчитування інформації, при постійному відновленні її після чергового виміру. В якості елементної бази доцільно скористатись цифровими мікросхемами КМОП-технології, які характеризуються мікро потужним споживанням і відзначаються високою надійністю роботи в пристроях промислової автоматики. Наприклад, серії К561.

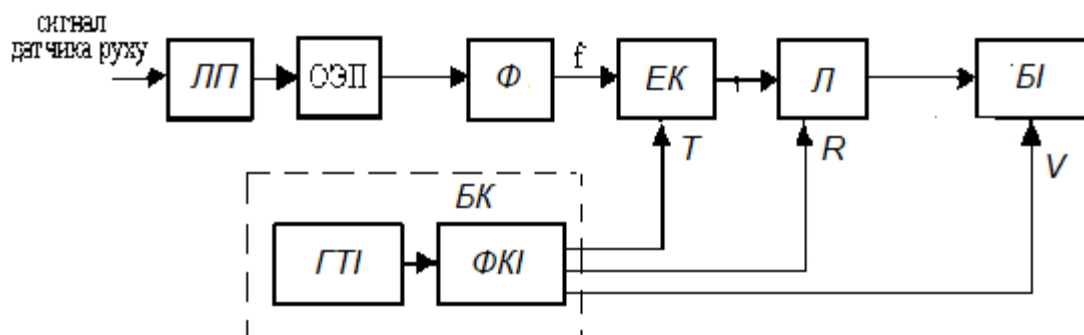


Рис. 3.1 Типова функціональна схема цифрового вимірювача швидкості при застосуванні імпульсного датчика руху. Позначені: ОЕП – оптоелектронний перетворювач ЛП – лінійний підсилювач; Ф – формувач сигналу; ЕК – електронний ключ; Л – лічильник; БІ – блок індикації; ГТІ – генератор тактових імпульсів; ФКІ – формувач імпульсів керування.

На підставі типової функціональної схеми на рис. 3.1 і з урахуванням розрахунку кількості цифрових елементів розробимо принципову схему блоку вимірювача частоти. Вона наведена на рис.3.2.

Схема складається з:

1. логічних елементів DD1-3 (3 трьох входових елементи І-НІ) К561ЛА9, на якому реалізовані електронні ключі для виміру частоти в такті Т1 і подальшого перетворення її паралельного коду в послідовний в такті Т2.

2. реверсивних двійково-десяткових лічильників з попереднім встановленням паралельним кодом DD2-7 К561ИЕ14 в якості лічильника. Реверсивні властивості будуть використатися як указано в попередньому пункті для виміру частоти (режим додавання) і наступного перетворення в послідовний код з метою передачі по струмової петлі на віддалений диспетчерський пункт (режим вирахування).

3. двійково-десяткових лічильників з попереднім встановленням паралельним кодом К561ИЕ14 DD8-13 в якості регістра зберігання.

4. дешифраторів DD14-19 двійково-десяткового коду в сімісегментний К561ИД2 для світлодіодних індикаторів НЛ1-6, наприклад АЛС324Б в якості вузлу індикації.

5. оптоелектронного перетворювача в якості буферного пристрою для передачі послідовного коду по струмової петлі. Застосування оптрона покращить завадостійкість по каналу передачі даних.

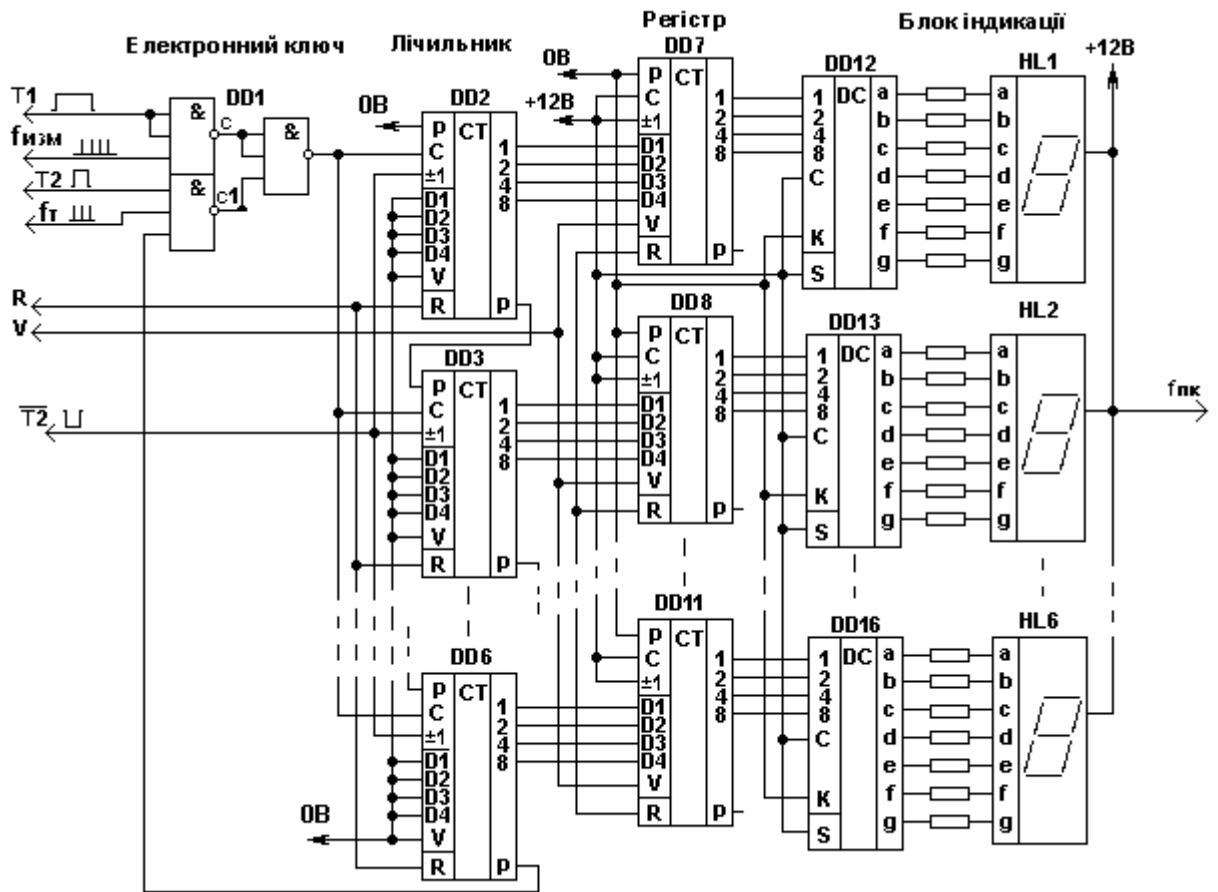


Рис.3.2. Принципова електрична схема блоку цифрового вимірювача швидкості

### 3.2 Блок керування і синхронізації пристрою

Для створення умов цифрового вимірювання необхідно роботу її синхрогенератору стабілізувати по частоті кварцовим резонатором, наприклад 100 кГц, а для зручного керування роботою розподільника сигналів створити мережу частот з шагом в одну декаду. В цьому випадку можна обирати різні режими точності вимірювання. Принципова схема блоку управління і синхронізації представлена на рис. 3.3. Вона складається з генератору тактових частот на DD1, стабілізованого кварцовим резонатором Z1 (100 кГц). В залежності від завданих умов декількох лічильників (в даному випадку вісьмох DD2-9) K561IE14, розподільника імпульсів DD10-11 K561IE8 і тактового генератора перетворювача паралельного коду в послідовний на K561JA7.

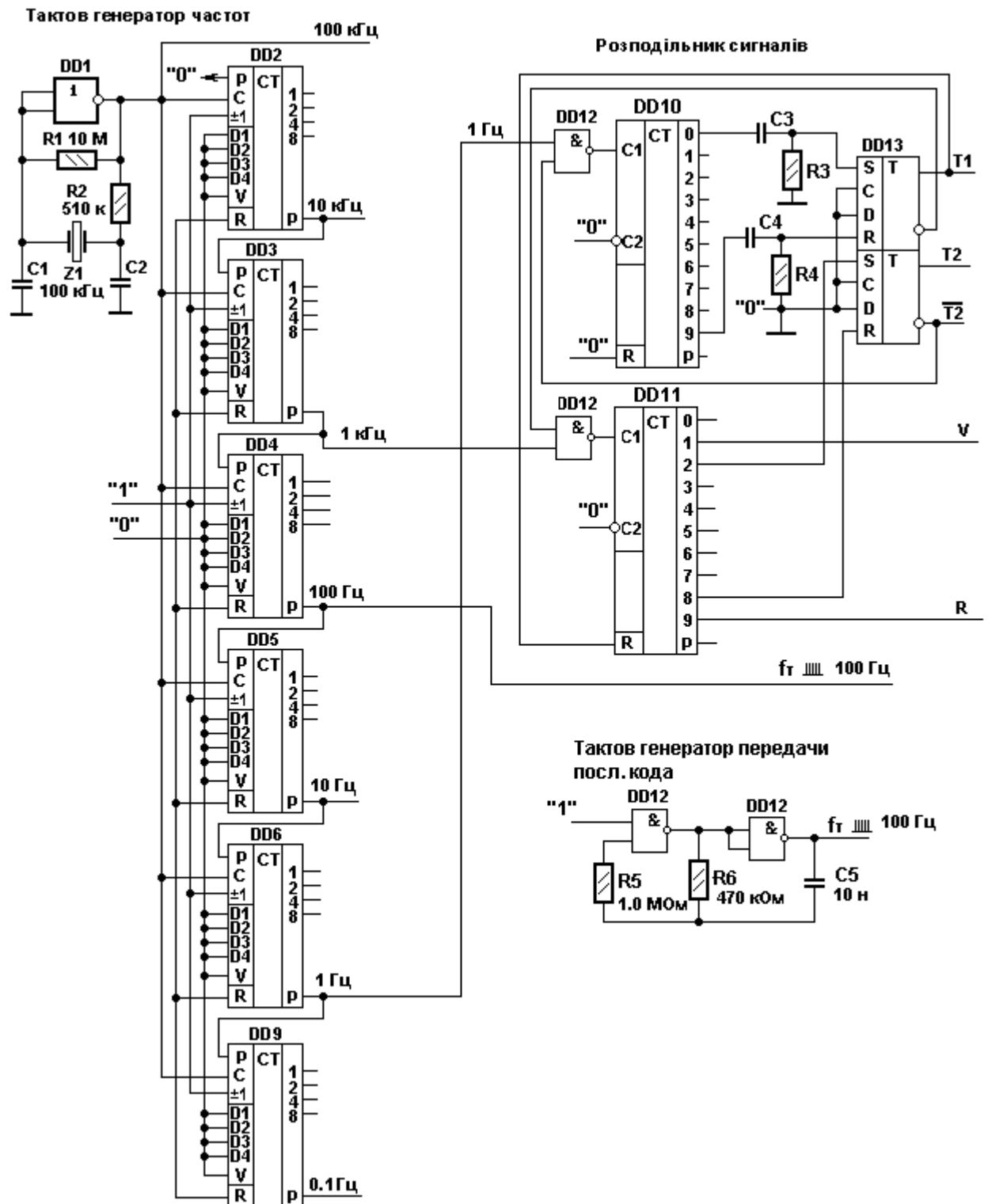


Рис. 3.2. Принципова електрична схема блоку управління і синхронізації

Тривалість часу переліку частоти T1 при наданих початкових умовах складає:  $1/0.1=10$  сек. Тривалості часу імпульсів V і R складає:  $1/1000 = 0.001$  сек, а T2 – 0.006 сек.

### 3.3 Розрахункова частина

В цифрової схемотехніці в порівнянні з аналоговою робиться менш розрахунків і вони в основному стосуються розрахункам розрядності та кількості елементів. Деякі розрахунки, що стосуються визначень кількості корпусів мікросхем і формування часових параметрів імпульсів були виконані в попередніх розділах. Але іноді в якості генераторів імпульсів використовуються аналого-цифрові пристрої на підставі RC-ланцюгів. При цьому виникає вимога розрахунку сталих часу ланцюгів, а також параметрів R і C. В пристрої, що розробляється, в блоці управління і синхронізації використовується тактовий генератор для передачі послідовного коду на підставі мультівібратору. Розрахуємо параметри його елементів R5, R6, C5. Згідно методиці [1]  $R5 \geq 2 R6$ .  $f \cong 450/(R6C6)$  (R – кОм ( $10^3$  Ом), C – нФ ( $10^{-9}$  Ф), f – кГц.

При заданому значенні частоти передачі:  $f_p=100$  Гц  $=0.1$  кГц стала часу  $R6C6=450/0.1 = 4500$  мкс  $\approx 4.5$  мс. Прийемо значення  $C6=10$  нФ. і одержимо  $R6=4500/10 \approx 470$  кОм,  $R5 \geq 2R6$   $R5= 1000$  кОм = 1 МОм.

При даних початкових умовах частоту 100 Гц можна також одержувати від тактового генератору блоку управління і синхронізації, де вже формується така частота (див. рис 3.3).

### Висновки і рекомендації по пристрою живлення і каналу зв'язку

З метою підвищення надійності роботи пристрою необхідно звернути увагу на якість його захисту від завад по колам живлення і входу/виходу. Елементна база КМОП, що обрана не пред'являє високих вимог до стабільності напруги і потужності блоку живлення. Тому при орієнтовному струмі живлення до 0.2 А можна використати простий параметричний стабілізатор з двох полуперіодним випрямлячем і RC-фільтром. Для підвищення надійності роботи пристрою, згідно технічних умов на дані ІС, на платах блоків необхідно поблизу мікросхем паралельно колу живлення встановити конденсатори: один електrolітичний в розмірі 10 мкФ і по одному на 10 корпусів ІС керамічних ємністю по 0.1 мкФ.

Для виключення можливості завад збоку каналу зв'язку треба на виході пристрою застосовувати буферні пристрій. Наприклад, встановити лінійний підсилювач у вигляді

емітерного повторювача, або гальванічне оптично електронне розв'язання. Лінійний підсилювач має низький вихідний опір і високій вхідний. Тому його зручно використовувати для узгодження лінійних кіл.



## ВИСНОВКИ

Аналіз стану технічних рішень з експлуатації, керування ліфтовими системами та отриманих експериментальних результатів можна зробити наступні висновки:

1. Основними характеристиками ліфта є вантажопідйомність, швидкість, продуктивність, висота підйому, а також раціональні режими керування рухом. Ліфти мають широку класифікацію: по виду вантажів; за способом обслуговування; за швидкістю руху кабіни; відповідно до типу приводу підйомного механізму.
2. В процесі розробки аналого-цифрових і цифрових пристроїв можна виділити основні етапи. На першому етапі, який можна назвати структурним проектуванням, завданий неформально алгоритм розроблювач представляє у вигляді послідовності деяких операторів. Таких, як одержання результату, перерахунок, перетворення коду, передача інформації. При цьому використовується обмежений набір загальноприйнятих операторів. Для забезпечення ефективного проектування цифрових пристроїв розроблювач повинний вибрати найбільш раціональні: варіант рішення поставленої задачі; математичну модель на основі алгебри логіки.
3. Для сполучення комп'ютера або мікроЕОМ з будь якою вимірювальною апаратурою використовуються різні комп'ютерні інтерфейси. В залежності від вимог по відстані передачі можуть використовуватись, зокрема інтерфейси: Centronics, RS- 232, RS – 485, USB.
4. Використання комп'ютеризованих систем сумісно з переліченими інтерфейсами і пристроїв узгодження і сполучення з системами приводу ліфта дає можливість вибору раціональних і оптимальних алгоритмів по експлуатації ліфтових систем. А при необхідності удосконалення алгоритму роботи оперативно внести відповідні зміни в програмне забезпечення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://teko-com.ru/po-otrasljam/gruzopodemnoe-i-oborudovanie-dlya-peremecsheniya-gruzov-i-passazhirov/avtomatizatsija-liftov/kontrol-polozhenija-kabiny-lifta.html>
2. <https://www.liftspas.ru/read/2/70-obshhaya-harakteristika-sistem-upravleniya-liftov.html>
3. Католиков В.Е., Динкель А.Д., Седунин А.М. Автоматизированный электропривод подъемных установок глубоких шахт.. М., Недра, 1983, 270 с.
4. Васильев, В.И. Оптимизация управления сложной электромеханической системой с распределенными параметрами [Текст] // Адаптивні системи автоматичного управління. Міжвідомчий науково-технічний збірник – 2013. – 1(22). – С. 95-101 – <http://asac.kpi.ua/article/view/29085> , дата доступу: 19.05.2019 р.
5. Патент України на винахід. UA114179. МПК (B66B1/32) Спосіб гальмування шахтної підйимальної установки (Method of braking the mining hoist) / В.І. Васильєв, Є.В. Васильєв; Заявл. № а201314784, 17.12.13., опубл. 10.05.2017, бюл. № 9.
6. Чермалых В. М. Исследование сложных электромеханических систем. – Киев, КПИ, 1979. – 63 с.
7. Солодовников В.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования / В.В.Солодовников, В.Н.Плотников, А.В.Яковлев. // – М.: Машиностроение, 1985. – 536 с.
8. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования. В.А. Бесекерский, Е.П. Попов // М., Наука, Гл. ред. ф.-м. литер. / 1975. –768 с.
9. Dorf, Richard C. Modern control systems / Richard C. Dorf, Robert H. Bishop. // – 12th ed. – 2011. – 1082 p.
10. Васильев В.И. Оптимизация управления сложной электромеханической системой с распределенными параметрами [Текст] // Адаптивні системи автоматичного керування. Міжвідомчий науково-технічний

збірник – 2013. – 1(22). – С. 95-101 – Режим доступу:  
<http://asac.kpi.ua/article/view/29085> .

11. Спосіб гальмування шахтної підіймальної установки. Патент України на винахід UA114179 / В.І.Васильєв, Є.В.Васильєв // – Київ.:ДП “УІВ” (Укрпатент), опубл. 10.05.2017, бюл. № 9.

12. Спосіб оптимального керування астатичними системами. Патент України на винахід UA117229 / В.І.Васильєв, Є.В.Васильєв // – Київ.:ДП “УІВ” (Укрпатент), опубл. 10.07.2018, бюл. № 13.

13. Васильєв В.И. Пути снижения динамических нагрузок в канатах шахтных подъемных установок системами автоматически регулируемого предохранительного торможения / В.И. Васильев // Стальные канаты: Сб. науч. тр. МАИСК. – Одесса: “Астропринт”, 2010, №8. – С. 18-29.

14. Васильєв, В.І. Дослідження способів оптимального керування динамічними системами. [Текст] / В.І. Васильєв, Є.В. Васильєв // Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи (теорія, практика, історія, освіта) РТПСАС’2014: Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції (Київ, 11–16 березня 2014 р.). - Київ: 2014. — С. 51-53.  
[http://conf.rtf.kpi.ua/attachments/article/260/RTPSAS\\_2014\\_s2\\_t2.pdf](http://conf.rtf.kpi.ua/attachments/article/260/RTPSAS_2014_s2_t2.pdf)

15. Васильєв В.И. Оптимальное управление сложными динамическими системами / В.И. Васильев, Е.В. Васильев // East European Scientific Journal #5(45), 2019, p.32-44. Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Poland (Східноєвропейський науковий журнал #5(45), 2019, С.32-44) — [https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA\\_may1.pdf](https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA_may1.pdf)

16. Vasyliiev, V.I. The method for optimal control of high precision quick scanning system. [Текст] / V.I. Vasyliiev, E.V. Vasyliiev // Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи (теорія, практика, історія, освіта) РТПСАС’2019: Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції (Київ, 18–24 листопада 2019 р.). - Київ: 2019. — С. 147-149.  
[http://conf.rtf.kpi.ua/attachments/article/1114/RTPSAS\\_2019\\_s5\\_t04.pdf](http://conf.rtf.kpi.ua/attachments/article/1114/RTPSAS_2019_s5_t04.pdf)

17. Васильев В.И. Формирование рациональных воздействий для управления предохранительным торможением шахтных подъемных установок / В.И. Васильев // Гірничя електромеханіка та автоматика: Наук.-техн. зб. – 2002. – Вип. 68. – С. 96-100.
18. Абакумов В.Г. Электронные промышленные устройства. К., “Вища школа”, 1978, 375 с.
19. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия–Телеком, 2013. – 606 с.
20. Гук М. Интерфейсы ПК. Справочник: СПб: ЗАО «Издательство «Питер», 1999 416 с
21. Ан Пей. Сопряжение ПК с внешними устройствами: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 320 с.: ил.
22. Смит Дж. Сопряжение компьютеров с внешними устройствами. Уроки реализации: Пер. с англ.- М.: Мир, 2000. – 266 с., ил.
23. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC: Пер. с англ./Под ред. У. Томпкинса, Дж. Уэбстера. – М.: Мир, 1992. – 592 с., ил.
24. Зельдин Е.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре.– Л: Энергоатомиздат, 1986.- 280 с.
25. У. Титце К. Шенк Полупроводниковая схемотехника. Перевод с немецкого М.: ”Мир”. 1982
26. Орнадский П.П. Автоматические измерения и приборы. - К.; Техника, 1990 - 448с.
27. Интегральные микросхемы. Справочник Под редакцией Б.В. Тарабрина М.: “Радио и связь”, 1983
28. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги: Справочник. Том 7./А. В. Нефедов. - М.:ИП “РадиоСофт”, 1998г. - 640с.:ил.
29. [http://www.know-house.ru/info\\_new.php?r=engineering&uid=712](http://www.know-house.ru/info_new.php?r=engineering&uid=712) –  
Класификация лифтов, дата доступа: 17.05.2021р.

30. <http://www.liftspas.ru/read/5/5-tehnicheskaya-harakteristika-liftov.html> -  
технические характеристики лифтов, дата доступа: 12.05.2021р.
31. <http://mash-xxl.info/info/633461/> - Энциклопедия по машиностроению  
XXL, дата доступа: 24.05.2021 р.