

”Допущено до захисту”

Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор

_____ Олексій СМІРНОВ

« ____ » _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему

**“Програмне забезпечення системи відеоспостереження руху
автомобільного транспорту на основі використання елементів
бібліотеки DirectShow ОС Windows та API-функцій”**

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КІ-22-1
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ М.І. Кульбій
« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
кандидат технічних наук, доцент
_____ О.А. Кислун
« ____ » _____ 2026 р.
Рецензент _____
« ____ » _____ 2026 р.

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Механіко-технологічний
Кафедра Кібербезпеки та програмного забезпечення
Освітній ступінь бакалавр
Галузь знань ._12 _____“Інформаційні технології”
Спеціальність 123 “Комп’ютерна інженерія”
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма “Комп’ютерна інженерія”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.т.н., проф.
_____ Олексій СМІРНОВ
«27» лютого 2026 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кульбію Миколі Ігоровичу

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи

Програмне забезпечення системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow OC Windows та API-функцій

2. Керівник роботи *Кислун Олег Андрійович, канд. техн. наук, доцент*

(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 133-02 від 27.02.2026 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____ . .2026 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: *Метою роботи є розробка програмного забезпечення системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow OC Windows та API-функцій*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Призначення та область використання.

2. Перегляд аналогічних існуючих систем.

3. Опис і обґрунтування проектних рішень.

4. Етапи програмування системи.

5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.

6. Висновки

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)

Структурна схема системи _____ *1 аркуш*

Функціональна схема системи _____ *1 аркуш*

Діаграма процесів _____ *1 аркуш*

Блок-схема алгоритму роботи додатку _____ *4 аркуші*

7. Дата видачі завдання_«27» лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2026 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2026 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2026 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2026. р.	
5.	Розробка алгоритмів зв'язку та відображення	30.03.2026. р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2026 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2026 р.	
8.	Попередній захист роботи	26.05.2026 р.	

Дата видачі завдання
«27» лютого 2026р.

Підпис керівника

_____ Кислун О.А.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

_____ Кульбій М.І.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кульбій М.І. Програмне забезпечення системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow ОС Windows та API-функцій. 123 “Комп’ютерна інженерія”. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2026.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначене для відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow ОС Windows та API-функцій.

Метою розробки є програмне забезпечення системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow ОС Windows та API-функцій.

Результат роботи – програмна реалізація системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow ОС Windows та API-функцій.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблений зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на ПК Intel® Celeron/8 Mb/1.2 Gb/SVGA 14” 1Mb з ОС Windows.

Програму розроблено в середовищі Delphi.

Ключові слова: система відеоспостереження, рух автомобільного транспорту, логістика дорожнього руху.

ABSTRACT

Kulbii M.I. Software for a system for video surveillance of motor vehicle traffic based on the use of elements of the DirectShow OC Windows library and API functions. 123 the "Computer engineering". Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.

In this final qualifying work after the first (by a bachelor) level of higher education software which is intended for the videosupervision of motion of motor transport on the basis of the use of elements of library of DirectShow OS Windows and API-functions is worked out.

The aim of development is system of videosupervision of motion of motor transport software on the basis of the use of elements of library of DirectShow OS Windows and API- functions.

A job performance is programmatic realization of the system of videosupervision of motion of motor transport on the basis of the use of elements of library of DirectShow OS Windows and API-functions.

In the process of prosecution of programmatic model the analysis of existent vehicle and programmatic facilities is executed. All components of the worked-out software are described in a complete measure.

Worked out comfortable man-machine interface. The brought instructions over on work with programmatic facilities.

The program can be used on PC of Intel® Celeron/8 Mb/1.2 Gb/SVGA 14” 1Mb with OS Windows.

The program is worked out in the environment of Delphi.

Keywords: system of videosupervision, motion of motor transport, logistic of travelling motion.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	2
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	6
1.1 Призначення системи.....	6
1.2 Область застосування.....	8
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	10
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	10
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи кібербезпеки та мови програмування.....	16
2.3 Розгорнута постановка завдання	27
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	29
3.1 Опис функціонування системи	29
3.2 Розробка структурної схеми.....	42
3.3 Розробка функціональної схеми	46
3.4 Розробка діаграми процесів.....	49
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	51
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	51
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	75
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	77
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow ОС Windows та API-функцій	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Кульбій М.І.					Б	1	89
Перев.	Кислун О.А.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-22-1		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

БД	- база даних
ВКРБ	- випускна кваліфікаційна робота бакалавра
ГЗ	- граф захвата
ГФ	- граф фільтрів
ДТП	- дорожньо-транспортна пригода
ЗСУ	- Збройні сили України
ІоТ	- Інтернет речей
КТЗ	- комплекс технічних засобів
ОС	- операційна система
ПЗ	- програмне забезпечення
ПЗВ	- пристрій захвата відеопотоків
ПСВ	- пристрій стиснення відеопотоків
ПК	- персональний комп'ютер
СВС	- система відеоспостереження
СКД	- система контролю доступу
ТЗ	- технічне завдання
ТРО	- територіально-розподілений об'єкт
ФЗВ	- фільтр захвата відео
ФСВ	- фільтр стиснення відео
ШІ	- штучний інтелект

ВСТУП

Актуальність теми. У добу стрімкого урбанізму та інтенсивного зростання транспортних потоків ефективне управління автотранспортною інфраструктурою стає критично важливим завданням для міст та держав. Системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту, які функціонують на основі програмного забезпечення, виступають ключовим елементом забезпечення безперебійного та безпечного руху, зниження аварійності та оптимізації транспортних маршрутів. Актуальність впровадження таких програмних рішень обумовлена не лише необхідністю контролю за транспортними потоками, а й прагненням до підвищення ефективності використання дорожньої інфраструктури, оптимізації витрат на утримання і використання транспортних засобів, а також зменшення негативного впливу на навколишнє середовище через скорочення часу простоїв та заторів.

Сучасні програмні комплекси систем відеоспостереження руху автомобільного транспорту забезпечують потокову інтеграцію процесів вилучення, трансформації та завантаження даних у реальному часі, що дозволяє здійснювати аналіз та прогнозування транспортних потоків, оптимізувати маршрути для комерційних та муніципальних перевезень, а також оперативно реагувати на надзвичайні ситуації на дорогах. За умов швидкого розвитку концепцій IoT та III-систем об'єднання програмного забезпечення з сенсорними мережами та камерами спостереження надає можливість не лише контролювати рух, а й прогнозувати потенційні затори, аварійні ситуації та надзвичайні події, що робить його незамінним інструментом для ефективного управління сучасними транспортними системами.

Особливу актуальність тема набуває в контексті розвитку «розумних міст», де інтегровані системи відеоспостереження стають основою для реалізації концепцій автоматизованого регулювання дорожнього руху, динамічного

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

управління світлофорами, розподілу вантажопотоків і оптимізації пасажирських перевезень. Програмне забезпечення таких систем дозволяє не тільки покращити логістику та транспортну дисципліну, а й забезпечує основу для створення високоефективних аналітичних платформ, які формують стратегічні рішення щодо розвитку транспортної інфраструктури.

Таким чином, впровадження сучасного програмного забезпечення систем відеоспостереження руху автомобільного транспорту є надзвичайно актуальним і має стратегічне значення з метою гарантування безпеки, дієвої результативності та інноваційного розвитку транспортної сфери. Воно надає інноваційні рішення для оптимізації управління рухом, підвищення якості обслуговування пасажирів і зменшення екологічних наслідків функціонування транспорту, що робить дослідження та впровадження таких технологій критично важливими для сучасного суспільства.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow OC Windows та API-функцій.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- огляд існуючих систем відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow OC Windows та API-функцій;
- дослідження систем відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow OC Windows та API-функцій;
- програмна реалізація системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow OC Windows та API-функцій.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

відеоспостереження руху автотранспорту. Розроблена в процесі виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти (ВКРБ) система є дієздатною та готовою до впровадження на 100%.

Отже, виходячи з зазначеного вище, розробка програмного забезпечення системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

В процесі виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра (ВКРБ) необхідно розробити програмне забезпечення (ПЗ) системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow ОС Windows та API-функцій (в подальшому - система).

1.1 Призначення системи

Метою даної роботи є створення програмного комплексу для організації відеоспостереження руху автомобільного транспорту на визначених ділянках дороги, автостоянках або на пропускних пунктах підприємств і організацій із застосуванням локальних відеопостів та централізованої обробки інформації.

В загальному випадку локальний пост відеоспостереження являє собою інтегрований програмно-технічний комплекс, який включає набір відеокамер, підключених до персонального комп'ютера, монітора та локальної бази даних для зберігання й обробки отриманої інформації.

На рисунку 1.1 показана схема організації одного посту відеоспостереження системи, який буде забезпечувати організацію та проведення моніторингу одного окремого сектору шляху/території.

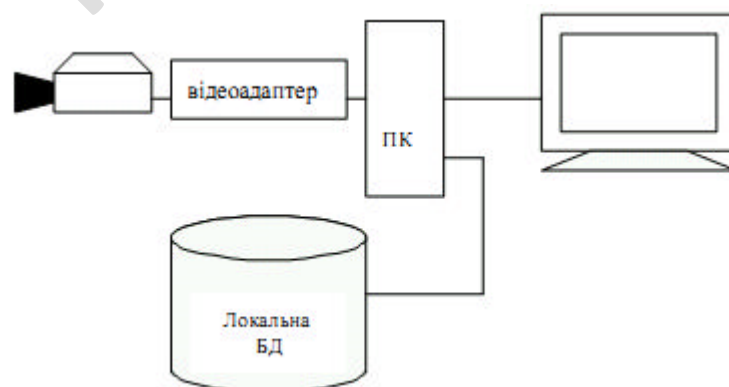


Рисунок 1.1 - Схема організації одного посту відеоспостереження системи

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Передбачено два режими роботи системи: пасивне спостереження та активний контроль. У режимі пасивного спостереження кожен локальний пост відеоспостереження здійснює ідентифікацію проїжджаючого автотранспорту та фіксує результати у протоколі, який, в разі необхідності, буде записаний автоматично до локальної бази даних. У режимі активного контролю система порівнює виявлений номер з записами локальної бази даних, перевіряючи його наявність у «чорному списку», і в разі відповідності - відображає номер на моніторі та ініціює визначену керуючу дію.

Відповідно до технічного завдання, у рамках виконання ВКРБ розробляється система пасивного спостереження, проте вона повинна забезпечувати передачу потокового відео на сервер вищого рівня, використовуючи доступну локальну або глобальну мережу Інтернет.

Програмне забезпечення, яке підлягає розробці, дозволить отримати інформаційний опис стану рухомого об'єкту після його проходження повз зону спостереження, де за допомогою телекамер проводиться отримання відеоданих (рисунок 1.1). Для отримання більш детальної інформації про рух об'єктів можна застосовувати додаткові вимірювальні пристрої, такі як вагові сенсори або датчики руху. Однак у рамках даної версії системи ці можливості не передбачаються, оскільки технічне завдання на розробку програмного забезпечення не включає реалізацію подібних функцій.

В якості вихідних даних для роботи системи розпізнавання, розташованої на сервері вищого рівня, використовуються відеодані, інформація про рух автотранспорту та заздалегідь сформований набір еталонів. Для кожного автомобіля система вирішує дві ключові задачі: отримання номерного знака у цифровому форматі та формування набору зображень транспортного засобу, який відображає всю візуальну інформацію, включаючи написи на бортах та вантаж, що перевозиться. Кількість кадрів у наборі визначається довжиною автомобіля, роздільною здатністю камер та вимогами до надлишковості візуальної інформації, при цьому надлишковість набору зображень порівняно з

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

відеопотоком, значно менша, що робить його оптимальним для тривалого зберігання навіть у локальній базі даних посту відеоспостереження.

Автоматизована система, яка розробляється у рамках ВКРБ, призначена для організації відеоспостереження руху автотранспорту на визначеному секторі з подальшим збором, обробкою та збереженням інформації в локальній базі даних, а також передачею її у вигляді потокового відео на сервер централізованого збору. Під час роботи розроблена система повинна виконувати такі функції:

- безперервний захват і запис відеоданих обраної ділянки;
- фіксацію кадрів з відеопотоку при спрацюванні датчиків контролю чи наближення;
- відображення відео на моніторі персонального комп'ютера;
- періодичну передачу захоплених даних на сервер вищого рівня.

Система має забезпечувати високу якість відео цілодобово і за будь-якої погоди та сезону року. Для спрощення взаємодії користувачів з програмним комплексом передбачено графічний україномовний інтерфейс, що дозволяє обирати режим роботи системи, налаштовувати кодек стиснення відео, візуалізувати сектор контролю на моніторі та отримувати довідкову інформацію щодо роботи системи.

1.2 Область застосування

Використання системи моніторингу руху автотранспорту дозволить:

- підвищити якість та ефективність роботи персоналу, який виконував функції, притаманні системі, в інтерактивному режимі;
- підвищити безпеку роботи персоналу, який проводив моніторинг в інтерактивному режимі;
- значно зменшити кількісний склад підрозділів, причетних до моніторингу руху транспорту.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Враховуючи зазначене вище, область впровадження розробленого ПЗ буде досить широкою: це можуть бути: спеціалізовані підрозділи ДАІ, ППС, підприємства/організації будь-якої сфери діяльності та форми власності, які використовують в повсякденній роботі автотранспорт чи займаються вантажними перевезеннями, обслуговуванням населення: таксі, маршрутне таксі, тощо.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

Предметом випускної кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка програмного забезпечення системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow ОС Windows та API-функцій (далі - система).

Система, що підлягає створенню, повинна забезпечувати реалізацію таких основних функцій: безперервний моніторинг руху автотransпортних засобів на визначеній ділянці шляху або території, керування параметрами захвату відеоданих, а також - передачу відеопотоку і окремих кадрів на сервер вищого рівня для подальшої обробки.

Крім цього, система повинна бути інформативною та зручною для користувача, передбачати доброзичливий графічний інтерфейс із виведенням результатів роботи на екран монітора або на інші машинні носії інформації.

Для більш точного визначення функціональних можливостей та структури майбутньої системи, а також обґрунтування концепції та принципів її побудови, необхідно провести аналіз існуючих аналогічних систем, оцінити їхню архітектуру, функціональні та технічні характеристики.

2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

В ІТ-сфері, що стрімко розвивається, системи відеоспостереження руху автомобільного транспорт займають важливе місце в інфраструктурі безпеки, логістики та управління транспортними потоками. Вони дозволяють не лише фіксувати переміщення транспортних засобів, але й аналізувати отримані дані для прийняття оперативних рішень. Незважаючи на швидкий розвиток галузі,

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

український ринок подібних систем все ще має обмежений вибір комерційних рішень, а більшість доступних продуктів створені зарубіжними компаніями. Нижче наведено розгорнутий аналіз найбільш відомих і широко використовуваних систем цього класу.

Серед найбільш відомих і типових представників даного класу систем можна виділити рішення для розпізнавання автомобільних номерів. Такі системи здійснюють пошук номерних знаків у контрольованих зонах і, при їх виявленні, проводять автоматичне розпізнавання із фіксацією дати та часу події. Додатково система забезпечує запис фотографій як самого номерного знаку, так і транспортного засобу в цілому, що дозволяє отримати повну інформаційну картину про об'єкт спостереження.

Проста і доступна **система моніторингу і розпізнавання автомобільних номерів "Номерок"**. Цей продукт може припасти до душі широкій аудиторії завдяки низькій ціні, простоті установки і своїй функціональності (рисунк 2.1).



Рисунок 2.1 – Система моніторингу і розпізнавання номерів «Номерок»

Програма здійснює пошук номерних знаків в зонах розпізнавання і, при виявленні номерного знаку, проводить його розпізнавання із записом дати і часу події. Окрім цього, виконується запис фотографії номерного знаку і автомобіля.

У програмі реалізована можливість створення "чорних" і "білих" списків та прив'язки коментарів до кожного конкретного розпізнаного номерного знаку. На основі цих даних з'являється можливість здійснювати пошук статистики відвідування по номеру автомобіля або його частини, за часом і даті в'їзду (виїзду, проїзду), або по коментарю чи приналежності до списку.

База даних, що формується при роботі програми, обмежена тільки розміром жорсткого диска, на якому вона встановлена, і може бути імпортована на зовнішній носій інформації у вигляді звичайного текстового файлу. Паралельно з цим зберігається і база фотографій автомобілів з розпізнаними номерами.

Модуль управління тривожними входами і виходами "Барбос" (на чотири входи і чотири виходи) інтегрований з програмою "Номерок" і дозволяє автоматизувати роботу сторонніх систем, таких, як шлагбауми і автоматичні ворота, відповідно до заданих оператором умов.

Програма - розпізнавач автомобільних номерів розпізнає автомобільні номери при розмірі номера в кадрі не менше 80 пікселів по горизонталі, швидкості руху автомобіля менш 40 км/ч і видимості номера людським оком на стоп-кадрі. При установці камери для розпізнавання номерів кут її відхилення від горизонталі вгору-вниз не повинен перевищувати 10 градусів, кут відхилення від горизонталі вперед-назад - 30 градусів.

Програмне забезпечення постачається на USB-флеш накопичувачі разом із засобом апаратної автентифікації. Установка програми займає не більше п'яти хвилин. У програмі реалізована можливість пошуку результатів з фільтрацією:

- по зоні розпізнавання;
- по проміжку часу;
- по приналежності до списку;

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- по масці номера;
- по коментарях.

При під'єднанні модуля управління тривожними входами і виходами доступне гнучке налаштування сценаріїв реагування зовнішніх систем за сценарієм користувача.

IncoreSoft LPR / ANPR - IncoreSoft - це програмний комплекс для автоматичного розпізнавання номерних знаків (ANPR/ALPR) за допомогою сучасних ШІ-алгоритмів. Система здатна забезпечити обробку відеопотоків у реальному часі та паралельного аналізу зображень

Головні функції та властивості:

- автоматичне виявлення та розпізнавання номерних знаків з відеопотоку.
- обробка одночасно декількох відеопотоків.
- фіксація часу, місця, типу транспортного засобу та додаткових ознак.
- використання інтелектуальних модулів відеоаналітики для покращення прецизійності у складних умовах (низька освітленість, швидкісний рух.
- наявність API для інтеграції з іншими інформаційними системами.

Переваги:

- висока точність розпізнавання в широкому діапазоні умов.
- гнучкість налаштувань для різних задач: контроль доступу, аналітика транспортних потоків, зберігання бази даних.

Недоліки:

- вартість ліцензійного програмного забезпечення.
- залежність від якості відеосигналу та правильного розміщення камер.

Області застосування: комплексне відеоспостереження на підприємствах, контроль доступу, паркінги, мобільні системи контролю.

ZKTeco LPRS Series (LPRS1000, LPRS2000) - комплексні системи розпізнавання номерів

Серія LPRS від ZKTeco - це готові апаратно-програмні комплекси, що об'єднують розпізнавання номерних знаків із механізмами контролю доступу.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Основне призначення — автоматизація пропускних пунктів, паркінгів та об'єктів з контролем в'їзду й виїзду.

Основні функції та властивості:

- підтримка розпізнавання різних форматів номерних знаків;
- інтеграція з RFID, сенсорами шлагбаумів та контролерами доступу (у моделі LPRS2000);
- можливість встановлення на вулиці з захистом від погодних впливів;
- вбудований дисплей та голосові повідомлення для взаємодії з водіями.

Переваги:

- повноцінний готовий продукт без необхідності доопрацювання;
- оптимальне рішення для середніх і великих паркінгів;
- підтримка кількох режимів роботи: автоматичне відкриття шлагбаума, ведення журналу подій тощо.

Недоліки:

- обмежена гнучкість для кастомних задач, що виходять за рамки контролю доступу;
- висока вартість апаратної частини.

Області застосування: паркінги, підприємства з автоматизованим доступом, логістичні майданчики.

AutoTRASSIR ANPR Module. **AutoTRASSIR** - система відеоспостереження, у якій модуль розпізнавання номерних знаків є додатковою функціональною складовою. Рішення передбачає побудову розгалужених відеомереж з можливістю аналітики на основі отриманих даних.

Основні функції та властивості:

- виявлення номерних знаків з відеопотоку різних типів камер: IP, аналогових, HD-SDI;

Фіксація руху об'єктів та створення архіву подій;

- підтримка зовнішніх баз даних для порівняння та ідентифікації транспортних засобів;

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- налаштування автоматичних сценаріїв реакції на події (сповіщення, активація обладнання).

Переваги:

- інтеграція з комплексною системою відеоспостереження;
- гнучкі інструменти для аналітики та пошуку в архіві.

Недоліки:

- система розпізнавання не завжди є пріоритетним компонентом і може відставати за точністю від спеціалізованих ANPR-рішень;

- потребує потужного обладнання для стабільної роботи великої кількості камер.

Області застосування: відеоспостереження великих об'єктів, міські системи безпеки, корпоративні мережі.

Хмарні сервіси розпізнавання ANPR. Сучасні хмарні сервіси розпізнавання номерів працюють через Інтернет-з'єднання, що дозволяє зменшити вимоги до локального обладнання. Відео передається в хмару, де обробляється спеціальними алгоритмами.

Основні функції та властивості:

- розпізнавання номерних знаків на віддалених серверах з високою обчислювальною потужністю;
- зберігання архівів у хмарних сховищах для довготермінового доступу;
- можливість масштабування без необхідності встановлення додаткових серверів.

Переваги:

- відсутність потреби у дорогому локальному серверному обладнанні;
- система є водночас і "гнучкою" (приймає різні типи даних), і "масштабованою" (росте в об'ємі).

Недоліки:

- залежність від стабільного Інтернет-з'єднання;

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- питання конфіденційності та зберігання даних у сторонніх сервісах.

Області застосування: малі підприємства, об'єкти зі слабкою ІТ-інфраструктурою, мобільні проєкти.

Аналіз існуючих автоматизованих рішень для моніторингу руху автотранспорту свідчить, що ринок пропонує широкий спектр систем з різним функціоналом: від універсальних платформ для розпізнавання номерів до комплексних відеоспостережних рішень. Проте жодне з доступних комерційних програмних забезпечень не є повністю розробкою українських авторів і часто має прив'язку до апаратного забезпечення закордонного виробництва.

Сучасні системи відрізняються за призначенням, архітектурою, умовами впровадження та технічними характеристиками. Основними факторами при виборі є точність розпізнавання, можливість інтеграції з існуючою інфраструктурою, вимоги до обладнання, масштабованість та бюджет впровадження. Реальна потреба в надійних, гнучких і адаптованих рішеннях робить тему розробки власної системи моніторингу руху автотранспорту особливо актуальною в науковому та практичному контексті.

Ці системи відеоспостереження, незалежно від їх типу, характеризуються високою вартістю, необхідністю індивідуального налаштування програмного забезпечення та встановлення обладнання, а також потребують постійного технічного обслуговування в процесі експлуатації. З огляду на економічні обмеження потенційних користувачів, доцільним є створення власної гібридної системи, яка поєднує переваги ПК- та ІР-рішень, забезпечує раціональне співвідношення між функціональними можливостями, надійністю та витратами, а також дозволяє адаптувати її до специфічних умов об'єкта спостереження.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

У процесі розробки системи передбачається використання програмування під сучасними операційними системами Windows 10/11, що пояснюється наявністю підтримки підсистеми DirectShow та сумісністю з актуальними драйверами та фільтрами для обробки мультимедійних потоків. Використання DirectShow забезпечує ефективну роботу з відео та аудіопотоками та дозволяє реалізувати основний функціонал системи безпосередньо на базі існуючих мультимедійних компонентів.

До складу програмного забезпечення системи планується включити потужний графічний інтерфейс користувача, який забезпечить зручність взаємодії, своєчасне виправлення можливих помилок та надаватиме інтерактивні довідкові матеріали під час роботи системи. Такий інтерфейс підвищує ефективність роботи персоналу та мінімізує ризик виникнення помилок.

Підсистема DirectShow має відкриту архітектуру і підтримує роботу з будь-якими мультимедійними форматами за наявності відповідних фільтрів для їх розбору та декодування. Серед підтримуваних форматів файлів виділяються: WMA, WMV, ASF, MPEG, AVI, QuickTime, WAV, AIFF, AU, SND, MIDI. Розроблена система також повинна підтримувати всі зазначені формати, що гарантує широку функціональність і адаптивність до різноманітних джерел відео- та аудіоданих.

Для забезпечення ефективного захоплення та обробки відеоданих у системі використовується підсистема DirectShow, яка дозволяє формувати потік відео з підключених телекамер, виконувати його попередню обробку та передавати до модуля розпізнавання номерів автомобілів. Завдяки DirectShow система відрізняється високою універсальністю та адаптивністю з різними типами камер та дозволяє реалізувати функції фільтрації, масштабування, корекції освітлення та стабілізації відеопотоку перед аналізом.

Інтеграція з модулем розпізнавання номерів забезпечує автоматичне виділення кадрів із транспортними засобами, перетворення зображень на цифрові дані та формування повного набору інформації про кожен автомобіль. Це

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

включає визначення номерного знаку, кольору, типу автомобіля та інших візуальних характеристик. Такий підхід дозволяє зменшити обсяг даних для зберігання та підвищити швидкість обробки, забезпечуючи при цьому точність і надійність роботи.

Внаслідок застосування DirectShow та інтегрованого модуля розпізнавання, розроблена система здатна виконувати завдання як пасивного, так і активного моніторингу руху автотранспорту, забезпечуючи ефективне збирання, обробку та архівування інформації в локальній базі даних, а також її передачу на сервери вищого рівня для централізованого управління та аналізу.

Розроблене в рамках виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра програмне забезпечення системи забезпечує виконання функцій, визначених технічним завданням та детально описаних у розділі 3 пояснювальної записки. Головна мета системи - організація якісного моніторингу руху автотранспорту в безперервному автоматичному режимі на визначеній ділянці шляху або території.

Для реалізації цієї функції створюється програмно-технічний комплекс складної структури. Використання підсистеми DirectShow дозволяє спростити реалізацію алгоритмів обробки відеопотоків, забезпечити ефективну роботу з мультимедійними даними та скоротити терміни розробки.

Програмування ведеться під сучасними операційними системами Windows 10/11 із застосуванням подій Windows та елементів ActiveX, що забезпечує інтуїтивну та зрозумілу модель взаємодії для користувача. Інтерфейс системи передбачає інтерактивну підтримку, своєчасне виправлення помилок та надання допоміжної інформації, включаючи: теоретичні відомості щодо корекції некоректних дій користувача, принципи роботи системи та експлуатаційну або технічну документацію, що регламентує роботу з програмним забезпеченням.

Завдяки такій структурі ПЗ забезпечує зручність користування, надійність моніторингу та високий рівень інтерактивності, що є критично важливим для оперативного відеоспостереження руху автотранспорту.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Система, що розробляється в рамках виконання ВКРБ, є багаторівневою системою реального часу, оскільки обробка даних здійснюється відповідно до часових позначок. Водночас вона інтегрується в потужну систему відеоспостереження та контролю, яка включає додаткові підсистеми, тому при проектуванні враховується їх взаємний вплив.

На початковому етапі реалізується системний підхід, що передбачає розгляд і проектування модулів, визначених технічним завданням, у сукупності з урахуванням їх впливу на інші підсистеми. Принципи мобільності та адаптивності закладаються вже на етапі проектування, що забезпечує гнучкість, масштабованість та ефективність роботи системи.

При проектуванні системи враховуються такі ключові аспекти: інтеграція різнорідних модулів в єдину систему, взаємний вплив компонентів та механізмів, оптимізація продуктивності системи в умовах багатofункціональної роботи, а також - контроль доступу користувачів до запуску та управління системою в умовах промислової експлуатації. Виходячи з цього визначено методологічні засади комплексного проектування.

Кожен модуль проектується з урахуванням його впливу на роботу системи в цілому та функцій інших модулів. Розробка є багатокритеріальною задачею: оцінюється не лише якість виконання функцій окремим модулем, а й їхній вплив на загальну продуктивність та результативність системи.

Розробка системи передбачає врахування потенційних загроз, зокрема дій зловмисників, при цьому аналізуються характерні ознаки їх виникнення та розробляються методи протидії. Функція захвату відеопотоку повинна забезпечувати чітке відеоспостереження та запис потоків відповідно до графіка або в цілодобовому режимі.

Визначено пріоритети якісних вимог до програмного забезпечення (ПЗ):

- коректність: забезпечення правильності результатів роботи кожного модуля та системи в цілому;

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- достовірність: гарантія адекватної реакції системи на нестандартні ситуації та надання відповідної теоретичної інформації при необхідності.

Для створення ефективної системи передбачено проведення теоретичних розрахунків, розробку блок-схем алгоритмів, їх програмну реалізацію та документування коду, що забезпечує надійність та відтворюваність роботи системи.

Організація процесу розробки ПЗ відповідно до технічного завдання здійснюється з урахуванням сучасних національних та міжнародних стандартів у сфері розробки ПЗ (наприклад, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 25010, IEEE 1016), які встановлюють як загальні, так і специфічні вимоги. Зокрема, розробка ПЗ передбачає:

- реалізація інноваційних методів адміністрування та керівництва. залучачи системно-структурний аналіз, моделювання процесів та економіко-математичні методи;

- використання раціональних параметричних і типорозмірних рядів виробів та засобів контролю;

- орієнтацію на оптимальний рівень автоматизації процесів контролю, збору, підготовки, обробки, передачі та представлення інформації з урахуванням конкретних умов експлуатації.

Для забезпечення зручності розробки та впровадження процес створення системи рекомендується розподілити на три основні етапи:

- виділення основних функцій обробки інформації системою, що розробляється;

- визначення задач для кожної функції;

- визначення підзадач у межах кожної задачі.

При розробці ПЗ передбачається організація системи за модульною структурою, що включає:

- основну (керуючу) програму;

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

- ряд підпрограм загального та спеціального призначення, які забезпечують виконання окремих функцій системи та взаємодію між модулями.

Такий підхід дозволяє забезпечити ефективну реалізацію технічного завдання, гнучкість системи та зручність подальшої її підтримки та модернізації, відповідно до сучасних стандартів розробки програмного забезпечення.

Підпрограми спеціального призначення будуть виконувати функції контролю некоректних дій користувача та оптимізації роботи системи у нестандартних ситуаціях. Структурними елементами таких підпрограм є модулі програми. Програмне забезпечення системи буде розроблено на сучасній об'єктно-орієнтованій мові програмування Delphi 11. Такий вибір обумовлений наступними перевагами:

- можливістю зручно абстрагувати об'єкт проектування та його елементи;
- підтримкою класів загального призначення з контролем доступу до даних за рахунок приватних, захищених та відкритих членів класу;
- ефективним моделюванням взаємодії реальних об'єктів через передачу повідомлень між ними;
- наявністю сучасних засобів для побудови графічного інтерфейсу користувача та обробки мультимедійних потоків;
- сумісністю з новими версіями ОС Windows і актуальними бібліотеками для роботи з відео та мережею.

Таким чином, використання Delphi 11 є доцільним, оскільки вона забезпечує гнучке описування елементів об'єкта та їх взаємозв'язків, інтеграцію системи з зовнішнім середовищем та реалізацію сучасного, інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача.

При побудові програмного забезпечення планується використання стандартних модулів Delphi, які реалізують базові процеси системи.

- Menus – модуль, що обслуговує всі об'єкти та процедури для роботи з меню Delphi, включаючи випадаючі меню, активні елементи рядка статусу та управління користувацькими командами через меню;

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- Messages, Dialogs – модулі, що реалізують процедури та функції для виклику та обробки діалогових вікон, забезпечуючи взаємодію користувача з програмою;

- Forms – модуль, що забезпечує роботу з формами, підключення діалогових вікон і меню користувача, організацію обробки подій натискання кнопок та введення даних з клавіатури, відображення інформації про поточний режим роботи системи, підготовку екрану для взаємодії з користувачем та інші функції взаємодії. Використання стандартних бібліотек дозволяє спростити реалізацію деяких частин програми, підвищити надійність та зменшити час розробки.

На сьогодні в практичному застосуванні виділяють три основні класи систем відеоспостереження: аналогові, цифрові та змішані системи. Розглянемо їх детальніше.

Аналогові системи з'явилися першими і, хоча нині вважаються застарілими, продовжують широко використовуватися завдяки економічній доцільності та здатності ефективно вирішувати більшість задач спостереження. Найпростішим варіантом є аналогова камера, підключена безпосередньо до одного монітора. Більш розповсюдженим рішенням є застосування квадратора - пристрою, який дозволяє одночасно відображати на екрані сигнал до чотирьох камер.

Окрему категорію становлять матричні аналогові системи, ядром яких є матричний комутатор - «чорний ящик» із певною кількістю входів і виходів для підключення камер та моніторів. Завдяки цьому оператор може вибірково переглядати зображення з будь-якої камери на одному екрані, що забезпечує гнучкість управління та контроль кількох зон спостереження одночасно.

Аналогові матричні системи здатні забезпечувати одночасне управління тисячами відеокамер. Їхньою головною перевагою є можливість передачі аналогового сигналу високої роздільної здатності оператору без затримок у будь-який момент часу. Разом із тим, основним недоліком таких систем є те, що

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

гарантований запис відеозображення на відеомагнітофон на практиці реалізується з труднощами через численні технічні обмеження та проблеми.

Цифрові системи відеоспостереження є результатом сучасного технологічного розвитку та широко застосовуються у різних сферах діяльності. Головна відмінність цифрових рішень від аналогових полягає у тому, що обробка, передача та зберігання відео здійснюється в цифровому форматі, що забезпечує вищу точність, гнучкість та зручність інтеграції з іншими інформаційними системами.

Цифрові системи класифікують на два базових види:

- IP-системи, де кожна камера підключається безпосередньо до мережі та передає відеопотік у цифровому вигляді;

- гібридні системи, що поєднують аналогові камери з подальшою оцифровкою сигналу.

На сучасному етапі найбільшого поширення набули гібридні системи відеоспостереження, що зумовлено можливістю поєднання економічної доцільності використання аналогових камер із перевагами цифрової обробки інформації. Незважаючи на те, що IP-камери забезпечують високий рівень функціональності, їх вартість залишається суттєво вищою, тоді як технічні характеристики аналогових і цифрових пристроїв часто є співставними, що робить гібридні рішення більш привабливими для масового застосування.

Гібридні системи будуються на основі взаємодії аналогових камер із відеосервером, який здійснює перетворення сигналу з аналогового у цифровий формат та забезпечує його передачу користувачам за допомогою мережевих протоколів, зокрема TCP/IP. Після оцифрування відеопотік може зберігатися у локальних архівах або передаватися на сервери вищого рівня для централізованого зберігання й подальшого аналізу.

Водночас, незважаючи на актуальність гібридних рішень, інноваційні напрями розвитку галузі передбачають впровадження повністю цифрових IP-систем. Це пояснюється їх значними перевагами, серед яких практично

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

необмежена роздільна здатність відео, що дозволяє замінювати декілька аналогових камер одним цифровим пристроєм, підвищуючи ефективність спостереження та оптимізуючи витрати на обладнання.

Гібридні системи за архітектурними особливостями можна умовно поділити на два класи:

- DVR-системи – це інтегровані програмно-апаратні комплекси, які поставляються постачальником з усім необхідним обладнанням для запуску відеоспостереження. DVR не потребує додаткової конфігурації і здебільшого застосовується на середніх за масштабом об'єктах. Основним обмеженням є складність інтеграції таких систем у розподілені мережеві структури;

- відеосервери – створюються на базі стандартних персональних комп'ютерів або серверних платформ. Цей підхід оптимальний для масштабних та комплексних систем, що вимагають встановлення карт відеозахвату, спеціалізованого програмного забезпечення або інтелектуальних модулів. Серед таких модулів: розпізнавання номерів автотранспорту, облік транспортних засобів і вагонів, ідентифікація осіб або контроль залишених предметів.

Варто зазначити, що межа між DVR і відеосерверами є умовною. Технічно обидва рішення досить близькі, проте їхня комерційна концепція різниться: DVR продається як готовий комплекс із мінімальними вимогами до налаштування, тоді як відеосервер зазвичай збирається індивідуально під конкретні потреби замовника, з урахуванням його обладнання та специфічних вимог до системи.

Для визначення класу та архітектури майбутньої системи доцільно проаналізувати принципи побудови існуючих систем-аналогів. Залежно від способу реалізації відеоспостереження, сучасні СВС систематизуються за трьома основними напрямками:

- ПК-системи – системи, побудовані на базі персональних, промислових або спеціалізованих комп'ютерів з використанням плат для оцифровки та/або компресії відео. Для обробки даних застосовуються багатфункціональні процесори Intel або AMD, а програмна частина реалізується на платформі

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Windows або Linux у будь-яких сучасних варіаціях. Цей клас систем відзначається високою гнучкістю та можливістю масштабування завдяки використанню потужних обчислювальних ресурсів та відкритих операційних платформ;

- PC-системи – відеокомплекси на базі вбудованих або «не-ПК» платформ, що містять власний процесор та, у деяких випадках, операційну систему (наприклад, Nios-OS для вбудованих систем або Embedded Linux). Вони є закінченими пристроями з обмеженими можливостями модернізації: процесор, кількість каналів та функції оновлення мікропрограм суттєво обмежені. Такі системи характеризуються стабільністю роботи, але низькою гнучкістю в умовах розширення функціоналу або інтеграції у великі мережеві комплекси;

- IP-системи – цифрові системи відеоспостереження, що фактично є підкласом ПК-систем. Їх побудова передбачає обов'язкове використання комп'ютерів для перегляду відеопотоків та архівації, хоча архівування може здійснюватися безпосередньо на мережевий накопичувач (NAS). Відмінністю IP-систем від PC-систем є винесення функцій оцифровки, компресії та детектування в окремі блоки, які розташовуються близько до камери або інтегровані в неї. Передача відео та супутніх даних у таких системах здійснюється через цифрові мережі до сховища та робочих станцій користувачів, що забезпечує високу масштабованість, інтегрованість та можливість побудови розподілених систем відеоспостереження.

Таким чином, класифікація СВС за архітектурними ознаками дозволяє визначити оптимальну основу для розробки системи моніторингу руху автотранспорту, враховуючи потреби у масштабуванні, інтеграції та обробці відеопотоків у реальному часі.

Для визначення функціональних можливостей майбутньої системи доцільно розглянути сучасні класи відеоспостережних систем та їх специфіку.

ПК-системи (комп'ютерні системи відеоспостереження) характеризуються високою гнучкістю та багатофункціональністю. Вони виконують

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

відеоспостереження, запис обмеженої кількості каналів (2–4), інтегруються з охоронними системами та системами контролю доступу (СКД), підтримують детектування руху та інші події. ПК-системи дозволяють користувачеві виконувати специфічні доробки без значних витрат ресурсів і часу. Важливим аспектом є підтримка дуплексного режиму: одночасний перегляд архівного і «живого» відео з синхронним звуком, що особливо ціно при контролі важливих об'єктів.

Для масштабних систем із більш ніж 16 каналами необхідна інтеграція різнорідних компонентів, що можливе лише на базі ПК-платформ. Основним недоліком таких систем є обмеження продуктивності при одночасному записі відео 25 кадрів/с із високою роздільною здатністю на більш ніж 8 каналах.

РС-системи (спеціалізовані відеореєстратори) відрізняються простотою експлуатації та мінімальним набором функцій. Вони нагадують побутові відеомагнітофони, але підтримують дуплексний режим та базові мережеві можливості. Більшість РС-систем використовує формати JPEG або MJPEG, що забезпечує високий розмір кадру порівняно з MPEG2 або MPEG-4.

До ключових обмежень РС-систем відеоспостереження належать обмежені можливості масштабування та розширення функціоналу, відсутність повноцінної інтеграції з системами контролю доступу та охоронними комплексами, а також недостатньо розвинені механізми резервного копіювання архівних даних. Крім того, програмне забезпечення таких систем часто містить додаткові функції, які фактично не використовуються користувачем, проте включені у вартість продукту.

Мережеві IP-системи на сучасному етапі розвитку поступово набувають широкого поширення, хоча їх впровадження все ще стримується рядом факторів. Основними причинами є кошторисна вартість високодеталізованих IP-камер та недостатній рівень розвитку комплексного програмного забезпечення, здатного забезпечити інтеграцію різнорідних компонентів у єдину централізовану систему відеоспостереження.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Разом з тим, ІР-системи характеризуються рядом суттєвих переваг, серед яких можливість використання бездротових каналів зв'язку без потреби у ліцензуванні, зменшення обсягів кабельної інфраструктури, висока якість передавання відео та аудіоданих навіть у складних умовах експлуатації, а також можливість організації віддаленого моніторингу з передачею даних на центральні сервери або мережеві накопичувачі. Додатковою перевагою є підвищений рівень захисту інформації та зниження ймовірності несанкціонованого перехоплення сигналу.

Разом із суттєвими перевагами ІР-систем існують і певні технічні обмеження: неможливість перегляду відеозображення у нестисненому вигляді без попереднього декодування, обмежена ефективність детектування руху, що зумовлено Кошторисна вартість високодеталізованих камер особливостями обробки стиснених відеоданих.

Отже, розробляючи таку СВС варто орієнтуватися на використання сучасних технологічних компонентів, серед яких ІР-камери з високою роздільною здатністю (не менше 4К) для критичних зон спостереження, сервери з підтримкою апаратного прискорення обробки відео (зокрема GPU-декодування), інтелектуальні модулі для автоматичного розпізнавання номерних знаків, облич та підозрілих об'єктів, а також мережеві сховища даних (NAS) або хмарні сервіси для захисту інформації від пошкодження та втрати.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Відповідно до технічного завдання, предметом випускної кваліфікаційної роботи є створення програмного забезпечення для системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту. З метою виконання поставленого завдання треба реалізувати послідовність пов'язаних задач:

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

1) Обґрунтувати актуальність обраної тематики дослідження з урахуванням сучасного стану розвитку транспортних та інформаційних технологій.

2) Визначити функціональне призначення розроблюваної системи та окреслити сферу її практичного застосування.

3) Провести аналіз існуючих систем-аналогів у даній предметній області з метою виявлення їхніх переваг і недоліків, а отримані результати врахувати під час подальшого проектування; обґрунтувати вибір технічних засобів і мов програмування.

4) Сформулювати концепцію побудови системи, визначити основні принципи її розробки, створити функціональну та структурну моделі, обґрунтувати склад компонентів і описати логіку функціонування; визначити взаємодію процесів та розробити відповідні діаграми.

5) Реалізувати програмне забезпечення, що забезпечує виконання вимог технічного завдання, розробити алгоритмічне забезпечення системи, представити блок-схеми основних модулів і описати їх роботу; передбачити та реалізувати механізми захисту програмного продукту.

6) Створити графічний інтерфейс користувача з зручною взаємодією та відображенням повідомлень: чіткі підказки, вичерпні повідомлення про помилки та стан системи, формування і перегляд протоколів роботи.

7) Розробити організаційно-методичні рекомендації щодо впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшого використання; підтвердити працездатність системи шляхом наведення ілюстративних матеріалів.

8) Сформулювати узагальнені висновки щодо результатів виконаної роботи за основними напрямками дослідження.

9) Провести етап дослідної експлуатації системи та виконати її налагодження на основі отриманих результатів.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

Відповідно до технічного завдання, у процесі виконання випускної кваліфікаційної роботи передбачається створення програмного забезпечення для системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту. Розроблена система може функціонувати як автономне рішення, а також, за потреби, інтегруватися як складова частина до більш масштабної автоматизованої СВС.

Для забезпечення ефективного запуску та виконання функцій системи доцільно передбачити два режими її роботи: автоматичний та інтерактивний. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до систем подібного класу та загальним принципам побудови автоматизованих інформаційних систем.

Разом з тим, для досягнення високої якості реалізації основних функцій необхідно детально сформулювати вимоги та обмеження, описати логіку функціонування системи, а також розробити її структуру з чітким визначенням і обґрунтуванням усіх складових компонентів.

3.1 Опис функціонування системи

У системах моніторингу, що базуються на сучасних комп'ютерних технологіях, апаратна складова та програмне забезпечення функціонують як єдиний апаратно-програмний комплекс, у якому кожен елемент виконує чітко визначені функції. З огляду на це, доцільно організувати процес розробки системи на основі методу декомпозиції, розподіливши його на три основні етапи:

- а) аналіз предметної області та вибір або розробка апаратної складової;
- б) створення прикладного ПЗ;
- в) об'єднання апаратно-програмних засобів системи в єдиний функціональний комплекс з подальшим тестуванням і налагодженням прототипу.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Перед початком проєктування архітектури та визначення конфігурації системи необхідно сформулювати перелік технічних вимог і обмежень, яких вона повинна дотримуватися в процесі експлуатації.

Початковим етапом реалізації функціоналу є отримання відеоданих у цифровому форматі з подальшим збереженням їх на накопичувачі комп'ютера, тобто виконання операції захвату відео. Відповідно до технічного завдання, система повинна підтримувати роботу як із цифровими, так і з аналоговими джерелами відеосигналу. При цьому аналоговий сигнал попередньо підлягає перетворенню у цифрову форму. Процеси захвату відео та його оцифрування відбуваються синхронно, що забезпечує оперативне отримання та подальшу обробку відеоданих..

Для реалізації програмного забезпечення системи обрана операційна система Windows, яка включає підсистему DirectShow, що є частиною платформи DirectX, і призначена для роботи з мультимедійними потоками.

Оскільки процес оцифровки та захвату відео здійснюється з швидкістю, що відповідає відтворенню вихідного запису, критично важливо, щоб обчислювальні ресурси комп'ютера були здатні своєчасно обробляти отримані дані та записувати їх на накопичувач. До основних причин, що можуть перешкоджати цьому, належать:

- недостатня швидкість запису даних на жорсткий диск;
- обмежена продуктивність центрального процесора при застосуванні програмних алгоритмів стиснення, коли обраний кодек не встигає обробити кадр протягом 40 мс;
- відволікання ресурсів комп'ютера на додаткові процеси під час захвату відео, наприклад: перемикання файлу запису, виконання системних задач (робота з файлом підкачування) або паралельна робота інших програм користувача.

Для забезпечення стабільної роботи системи доцільно на початковому етапі провести низку підготовчих дій: дефрагментацію жорсткого диска,

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

перевірку продуктивності процесора на робочому місці, а також тестовий захват короткого фрагмента відеозапису для підтвердження коректності роботи системи.

Для забезпечення високої якості процесу захвату відео під час промислової експлуатації системи доцільно застосовувати спеціалізовані формати стиснення. Вони дозволяють підтримувати чіткість зображення навіть при багаторазовому відтворенні та спрощують доступ до окремих кадрів відеозапису. Основним недоліком таких форматів є високі вимоги до обсягу пам'яті.

Щоб оптимізувати зберігання даних, в ПЗ системи доцільно впровадити два типи стиснення:

- стиснення під час монтажу та захвату відеокadrів – забезпечує високу якість окремих кадрів у процесі обробки.

- стиснення під час архівації відеозаписів – зберігає лише ті частини кадрів, які зазнали змін, що дозволяє мінімізувати розмір файлів. Це ускладнює доступ до окремих кадрів, але для однократного використання інформація про дрібні деталі майже не втрачається.

При захваті відеопотоків розмір файлів може сягати десятків гігабайт. Файлова система exFAT в таких умовах непридатна, оскільки обмежує максимальний розмір файлу 4 ГБ. Розбивання відео на сегментовані файли також не є ефективним рішенням: закриття одного файлу і створення нового під час захвату призводить до додаткового навантаження на систему і може викликати пропуск кадрів. Крім того, сучасні версії Windows не завжди оптимально підтримують exFAT для великих потоків даних, що ще більше обмежує застосування цієї файлової системи.

Для стабільної роботи системи доцільно використовувати файлову систему NTFS, яка підтримує великі обсяги файлів і забезпечує цілісність та керованість потоків даних з акцентом на надійність.

Задля реалізації зазначених вимог та вирішення колізій у системі доцільно застосувати файлову систему NTFS, яку підтримує ОС Windows. NTFS

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

ефективно працює з великими обсягами даних і численними файлами, забезпечуючи надійність та високу продуктивність.

Щоб система виконувала визначені ТЗ функції, до її складу включимо два ключові механізми: формування графа фільтрів та захват відеоданих.

Для розробки застосуємо модуль драйверів Windows (Windows Driver Model, WDM), що складається з апаратно-незалежних драйверів класу та міні-драйверів. Міні-драйвери реалізують специфічну функціональність, необхідну для роботи системи.

Основним елементом у DirectShow є фільтр - програмний модуль, інтегрований у потік мультимедіаданих. Його завдання:

- читати дані з файлів;
- приймати відео безпосередньо від джерела;
- декодувати різні мультимедійні формати;
- передавати оброблені дані на графічний адаптер.

Фільтри обробляють інформацію на вході та передають її далі. Наприклад, декодер MPEG перетворює потік на набір стиснених кадрів.

Для побудови системи використовується ланцюжок взаємопов'язаних фільтрів - граф фільтрів, де вихід одного фільтра підключається до входу наступного. Для його реалізації застосовуються стандартні компоненти DirectShow.

Головний модуль системи не виконує безпосереднє керування мультимедіапотокм. Для цього доцільно використати високорівневий компонент - менеджер графа фільтрів. Основна програма взаємодіє з ним через API Windows, здійснюючи лише базові виклики, наприклад - Run або Stop, для запуску або зупинки передачі даних у графі. Менеджер фільтрів також відповідає за пересилання службових повідомлень до головної програми, наприклад - про досягнення кінця відеофайлу.

Для детального контролю потоків даних передбачено прямий доступ до окремих фільтрів через COM-інтерфейси.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Точки з'єднання між фільтрами також реалізовані як СОМ-об'єкти — Pin, які забезпечують передачу даних від одного фільтра до іншого. Кожен фільтр може перебувати у одному з трьох станів:

- запущений - активна обробка вхідних даних;
- зупинений - фільтр не виконує обробку;
- пауза - сигнал до графа передається так, щоб наступна команда запуску графа оброблялася миттєво.

При розробці системи використаємо такі категорії фільтрів:

- фільтри-джерела – подають дані у граф з будь-якого джерела: файлу на диску, мережі або пристрою захвату;
- фільтри перетворення – обробляють вхідні дані та формують вихідний потік для користувача, наприклад: відображають кадри на екрані або записують їх у файл;
- мультиплексори – об'єднують два або більше потоків в один.

Менеджер графа фільтрів реалізований як СОМ-об'єкт і забезпечує: керування станами фільтрів, синхронізацію за годинником, передачу подій головній програмі та методи побудови графа фільтрів системи.

Для роботи з відеопотоками задіяні основні інтерфейси DirectShow:

- IBaseFilter – управління окремим фільтром;
- IGraphBuilder – побудова графа фільтрів;
- IMediaControl – контроль виконання графа.
- Додатково для розширеної функціональності використовуються:
- IMediaSeeking – керування позиціонуванням у відеопотоці;
- IMediaEventEx – обробка подій графа;
- IVideoWindow – керування виведенням відео на екран;
- ISampleGrabber – отримання окремих кадрів із потоку відео.

Детально охарактеризуємо кожен із названих інтерфейсів та визначимо їх функціональне призначення в системі. Інтерфейс керування фільтром надає набір методів для взаємодії з його структурними елементами:

- EnumPins – здійснює перелік усіх контактів (вхідних і вихідних) фільтра;
- FindPin – виконує пошук контакту за заданим ідентифікатором;
- QueryFilterInfo – повертає загальну інформацію про фільтр;
- QueryVendorInfo – надає відомості про розробника або постачальника фільтра.

З практичної точки зору для реалізації поставлених задач достатньо використання двох основних методів:

Перерахування контактів фільтра (EnumPins):

```
function EnumPins (
    aut ppEnum: IEnumPins) ://адреса змінної, яка утримує об'єкт
з інтерфейсом IEnumPins.зручний спосіб навігації по контактах
HRESULT; stdcall;
```

Даний метод повертає об'єкт інтерфейсу IEnumPins, що забезпечує зручну навігацію по всіх доступних контактах фільтра.

Пошук контакту за ідентифікатором (FindPin):

```
function FindPin (
    Id: PwideChar; //ідентифікатор контакту
    out ppPin: IPin) ://, адреса змінної, в яку буде
занесений об'єкт
з інтерфейсом IPin
```

Даний метод дозволяє викликати/відкрити визначений контакт фільтра за його унікальним ім'ям або ідентифікатором.

Інтерфейс побудови графа фільтрів призначений для формування та налаштування ланцюжка обробки мультимедійних даних. Він надає набір методів, що забезпечують створення та керування графом:

- Connect – встановлює з'єднання між двома контактами (pins) фільтрів;
- Render – автоматично формує ланцюг фільтрів, починаючи з визначеного вихідного контакту, для відтворення;
- RenderFile – створює граф фільтрів для відтворення вказаного файлу;
- AddSourceFilter – додає до графа фільтр-джерело для обробки конкретного файлу;
- SetLogFile – задає файл для ведення журналу виконання операцій;

- Abort – забезпечує негайне завершення поточної операції побудови графа;
- ShouldOperationContinue – перевіряє можливість подальшого виконання поточної операції.

У процесі розробки програмного забезпечення передбачається використання всіх зазначених методів.

Разом із цим, інтерфейс керування графом фільтрів дозволяє реалізувати базові функції управління його роботою:

- Run – запуск виконання всіх фільтрів у графі;
- Pause – тимчасове призупинення роботи графа;
- Stop – повна зупинка виконання всіх фільтрів;
- GetState – отримання поточного стану графа фільтрів;
- StopWhenReady – коректне завершення роботи графа після обробки накопичених даних у черзі.

Для реалізації функціоналу системи ключове значення мають лише три базові методи керування графом фільтрів:

- запуск виконання фільтрів у графі;
- тимчасове призупинення роботи фільтрів;
- повна зупинка виконання графа.

Ці операції забезпечують контроль життєвого циклу обробки відеопотоку та є основними під час функціонування системи.

Окрім цього, інтерфейс керування позиціонуванням у потоці дозволяє здійснювати навігацію по відеоданих і змінювати швидкість їх відтворення. Це дає можливість реалізувати перемотування, встановлення позиції відтворення та керування часовими параметрами відео.

Зазначений інтерфейс містить значну кількість методів, проте для реалізації поставлених задач доцільно використати лише окремі з них. Одним із таких є метод перевірки підтримки заданого формату часу:

```
function IS FormatSupported(
    const pFormat: TQUID);
HRESULT; Stdcall;
```

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

У даному випадку параметр Format є вказівником на унікальний ідентифікатор формату часу. Він може набувати різних значень, зокрема: відсутність формату, кадровий формат (frame-based), формат медіапотоку, зміщення у байтах відносно початку потоку, а також еталонний часовий формат (reference time).

Для реалізації керування позиціонуванням у відеопотоці доцільно використати наступні методи:

- встановлення формату часу – метод, який приймає вказівник на ідентифікатор формату та задає спосіб представлення часових даних:

```
function SetTimeFormat(const Format: TGUID): HRESULT; stdcall;
```

- отримання тривалості відтворення потоку – дозволяє визначити загальну довжину відео:

```
function GetDuration(out Duration: Int64): HRESULT; stdcall;
```

- отримання поточної позиції та позиції зупинки – забезпечує доступ до параметрів відтворення:

```
function GetPositions(  
    out Current: Int64;  
    out Stop: Int64  
): HRESULT; stdcall;
```

- встановлення позиції відтворення – дозволяє задати початкову точку відтворення та позицію зупинки з урахуванням відповідних прапорців:

```
function SetPositions(  
    var Current: Int64; CurrentFlags: DWORD;  
    var Stop: Int64; StopFlags: DWORD  
): HRESULT; stdcall;
```

- отримання швидкості відтворення – визначає поточний коефіцієнт швидкості:

```
function GetRate(out Rate: Double): HRESULT; stdcall;
```

- отримання поточної позиції відтворення – дозволяє визначити момент часу, на якому знаходиться відтворення:

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

```
function GetCurrentPosition(out Current: Int64): HRESULT; stdcall.
```

Окремою складовою системи є інтерфейс керування виведенням відеоданих, який базується на IMediaEventEx. Він призначений для обробки подій, що виникають у процесі роботи графа фільтрів, і розширює можливості базового інтерфейсу IMediaEvent.

Інтерфейс IMediaEventEx забезпечує механізм прив'язки подій до вікна застосунку та дозволяє реалізувати власні обробники подій графа. На відміну від IMediaEvent, він не підтримує автоматизацію та орієнтований на використання у середовищі розробки Delphi.

У рамках розроблюваної системи доцільно використати такі методи:

- прив'язка вікна для обробки подій:

```
function SetNotifyWindow(  
    hwnd: HWND;  
    Msg: LongInt;  
    InstanceData: LongInt  
): HRESULT; stdcall;
```

Даний метод реєструє вікно, яке буде отримувати повідомлення про події графа.

- отримання наступної події:

```
function GetEvent(  
    out EventCode: LongInt;  
    out Param1: LongInt;  
    out Param2: LongInt;  
    msTimeout: LongInt  
): HRESULT; stdcall;
```

Забезпечує отримання коду події, її параметрів та очікування повідомлення протягом заданого часу.

- звільнення ресурсів події:

```
function FreeEventParams(  
    EventCode: LongInt;  
    Param1: LongInt;  
    Param2: LongInt  
): HRESULT; stdcall;
```

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Використовується для очищення ресурсів, пов'язаних із обробленою подією.

Таким чином, використання бібліотеки DirectShow та відповідних API-функцій забезпечує можливість реалізації основного функціонального призначення системи - захвату, обробки та збереження відеопотоків, отриманих із різних джерел.

Для забезпечення захвату відеопотоків до складу системи необхідно включити джерела їх формування, зокрема відеокамери різних типів (Web-, IP-камери), відеореєстратори, TV-тюнери та інші пристрої відеовведення. При цьому недоцільно обмежувати систему підтримкою лише конкретних моделей обладнання, оскільки це зменшить її гнучкість та звужить сферу застосування. Доцільніше забезпечити універсальність шляхом підтримки широкого спектра сумісних пристроїв.

Система відеоспостереження руху автотранспорту, що розробляється, орієнтована на використання в умовах дорожнього руху загального користування. У зв'язку з цим важливим є застосування відеокамер із високошвидкісним електронним затвором, що дозволяє мінімізувати ефект розмиття зображення при русі транспортних засобів. Наприклад, при швидкості автомобіля близько 80 км/год і витримці 1/100 с зміщення об'єкта в кадрі може становити приблизно 0,22 м, що суттєво ускладнює процес розпізнавання номерних знаків.

Теж необхідно враховувати умови освітлення. Для забезпечення безперервної (цілодобової) роботи системи доцільно використовувати камери з підтримкою інфрачервоного (IR) діапазону. У поєднанні з інфрачервоними підсвічувачами це дозволяє отримувати якісне зображення навіть у темний час доби. Завдяки світлоповертальним властивостям номерних знаків, вони чітко виділяються на фоні зображення, що значно підвищує ефективність їх автоматичного розпізнавання.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Під час інтеграції відеокамер у систему необхідно враховувати наявність відповідних драйверів на комп'ютері та сумісність обладнання із програмним забезпеченням. Крім того, технічні характеристики камер повинні відповідати вимогам до якості зображення. Зокрема, швидкість спрацювання електронного затвора повинна становити:

- не більше 1/500 с для транспортних засобів зі швидкістю до 40 км/год;
- не більше 1/1000 с для швидкостей понад 40 км/год.

У разі наявності відповідних налаштувань камери ці параметри можуть бути встановлені вручну для досягнення оптимальної якості зображення.

Для забезпечення якісного розпізнавання номерних знаків транспортних засобів необхідно використовувати відеокамери з відповідними технічними характеристиками. Зокрема, горизонтальна роздільна здатність чорно-білих камер повинна становити не менше 520 телевізійних ліній, а кольорових - не менше 480 телевізійних ліній. Рекомендований розмір ПЗС-матриці - 1/2" або 1/3", що забезпечує достатню світлочутливість та деталізацію зображення.

В умовах експлуатації на відкритому просторі складно підтримувати стабільний рівень освітлення в зоні спостереження, тому особливу увагу слід приділити вибору об'єктива. Найбільш доцільним є використання об'єктивів з автоматичним керуванням діафрагмою (Auto Iris), оскільки вони здатні адаптуватися до змін освітленості. Застосування об'єктивів із фіксованою або ручною діафрагмою є менш ефективним, особливо при цілодобовій роботі системи, через що виникають проблеми з якістю знімків при мінливому світлі.

Оптимальним рішенням є використання варіофокальних об'єктивів (з ручним або моторизованим налаштуванням), які дозволяють змінювати фокусну відстань у певному діапазоні. Це значно спрощує процес налаштування системи та дає змогу точно сфокусуватися на зоні розташування номерного знака без необхідності заміни об'єктива.

При виборі варіофокального об'єктива слід враховувати геометричні параметри зони контролю. Зазвичай ширина контрольованої ділянки для

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

аналогових систем становить близько 3–3,5 м. У разі оцифрування відеосигналу стандарту PAL з максимальною роздільною здатністю 720×576 пікселів, необхідно забезпечити таке масштабування сцени, щоб номерний знак займав достатню частину кадру для його подальшого коректного розпізнавання.

Для забезпечення універсальності системи та підтримки різних типів відеоджерел доцільно використовувати бібліотеку DirectShow як проміжний програмний рівень. Безпосередня взаємодія з драйверами пристроїв значно ускладнює розробку програмного забезпечення та збільшує його обсяг. Натомість застосування DirectShow дозволяє працювати з будь-якими пристроями, які зареєстровані в операційній системі Windows, забезпечуючи стандартизований механізм захвату відеоданих.

Отже, визначено основні апаратні та програмні компоненти, необхідні для побудови підсистеми захвату відео. На основі цього можна сформувати перелік режимів роботи модуля відеозахвату: режим захвату відеопотоку з можливістю попереднього перегляду; режим одночасного захвату, обробки та відображення відеоданих у реальному часі.

Для захвату і попереднього перегляду відео побудуємо відповідний граф захвата, структура якого показана на рисунку 3.1.

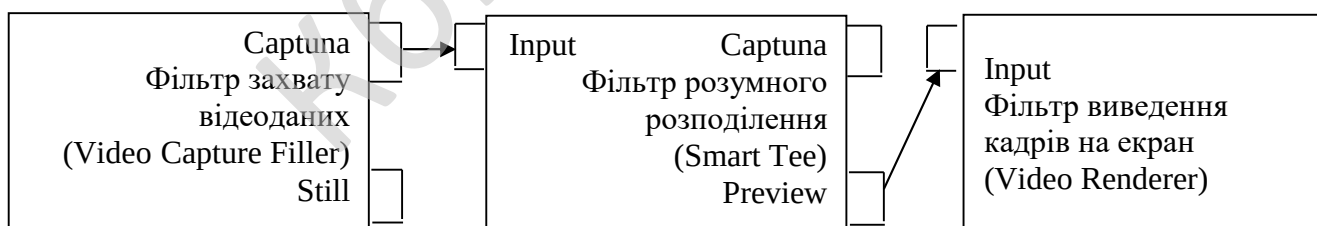


Рисунок 3.1 – Структурна схема графа захвату відеоданих в режимі попереднього перегляду

Але іноді у користувача може виникнути потреба в такому режимі роботи ПЗ, коли під час запису відеопоток має відображатись безпосередньо на екран.

Для цього необхідно змінити структурну схему (рисунок 3.1) шляхом введення до неї нових фільтрів, як це показано на рисунку 3.2.

З наведеної схеми добре видно, що після фільтра захвату вбудований фільтр розумного розподілення Smart Tee. ПЗ системи буде забезпечувати автоматичну вбудову цього фільтра в граф в випадку, коли фільтр захвату має тільки один контакт захвату на виході і використовується.

Після побудови та запуску вищезначеного графа, до нього необхідно додати мультіплексор та фільтр, за допомогою яких зможемо одержати необхідний файл на диску.

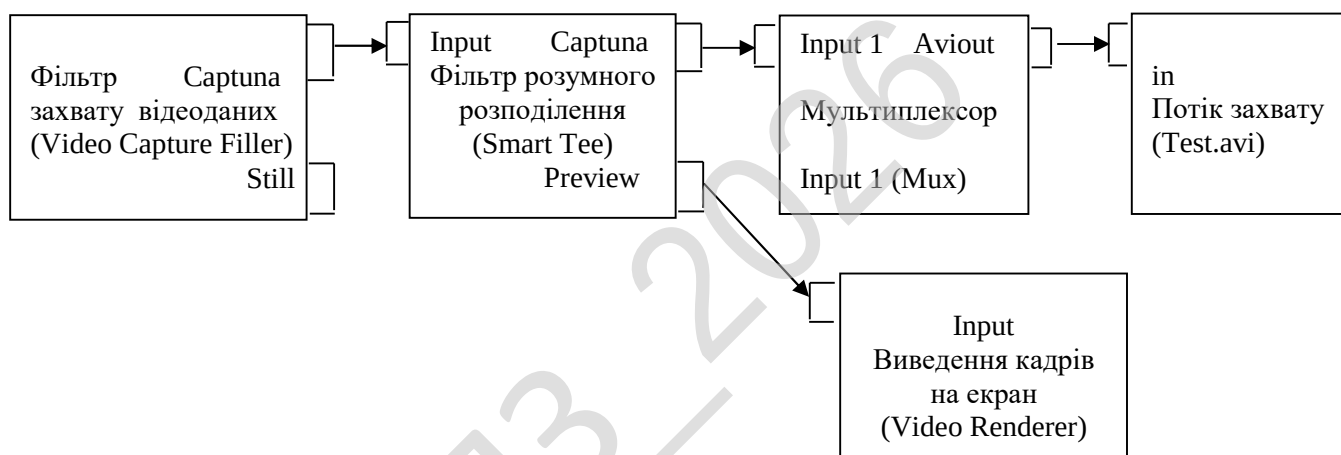


Рисунок 3.2 – Структурна схема графа захвату відеоданих в режимі одночасно захвату і попереднього перегляду

Таким чином, після визначення шляхів реалізації захоплення відеоданих у системі, переходимо до побудови структурної схеми для одночасного захоплення та обробки відеопотоку. Для реалізації цього режиму до складу графа фільтрів доцільно включити наступний ланцюжок:

Ланцюжок 1: фільтр відеозахвату → фільтр розумного розподілення потоків → фільтр виведення зображення.

Цей набір фільтрів забезпечує одночасний захват відео та його відображення на екрані. Фільтр розумного розподілення потоків дозволяє

розділити вхідний відеопотік на дві складові: безпосередньо потік для захвату та потік для виведення на екран.

Після захвату відеопотоку від джерел (відеокамери, TV-тюнери, відеореєстратори) модуль управління захватом створює граф фільтрів, а менеджер графа фільтрів координує його роботу. Отримані відеодані зберігаються на обраному носії інформації.

Визначимо основні режими роботи розроблюваної системи:

- постійний моніторинг: ведеться безперервно у вигляді потокового відео. Користувач може виводити результати спостереження на екран ПК у реальному часі, що аналогічно режиму відеоспостереження.;

- синхронний захват відеоданих: здійснюється паралельно режиму моніторингу, забезпечуючи одночасний запис і перегляд відеопотоку;

- захват окремих фреймів: запускається по сигналу датчика, підключеного через COM-порт. Датчик активується, коли в контрольованій зоні з'являється автотранспорт, і працює в режимі очікування до появи наступного об'єкта. Після спрацювання датчика система передає відповідні кадри на сервер верхнього рівня для подальшої обробки.

Потокове відео виводиться на екран монітора поста відеоспостереження, який відповідає визначеному сектору контролю, або записується на жорсткий диск чи інший носій інформації, залежно від налаштувань системи.

Окремі кадри, що відповідають кожному автомобілю, який з'явився в зоні моніторингу, захвачуються та передаються на сервер верхнього рівня для подальшої обробки. Це дозволяє здійснити розпізнавання номерного знака, визначення конфігурації транспортного засобу, типу автомобіля, маршрутки або іншого об'єкта.

3.2 Розробка структурної схеми

Відповідно до технічного завдання, розроблювана система повинна забезпечувати наступний спектр функцій під час промислової експлуатації:

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- безперервний захват та запис відеопотоків обраного сектору контролю;
- фіксація окремого кадру при спрацьовуванні контрольних датчиків;
- автоматичне розпізнавання отриманих зображень;
- виведення відеопотоку на монітор для візуального контролю;
- регулювання параметрів роботи системи, включаючи режим захвату, моніторинг та вибір контрольованої зони;
- передача оброблених даних на сервер вищого рівня по таймеру;
- інтерактивна взаємодія користувача з системою та реалізація допоміжного режиму HELP.

На основі цих вимог систему можна віднести до категорії систем відеоспостереження (СВС).

Беручи до уваги практичні умови експлуатації, визначимо мінімальний КТЗ, необхідних для роботи розробленої системи в повному обсязі та його розташування:

- джерела відео (цифрові та аналогові);
- підключаються до ПК через USB-інтерфейс.

КТЗ розташовується у заздалегідь визначених ділянках, де відбувається рух транспортних засобів.

- кількість таких зон: N, вони можуть бути географічно віддалені;
- режим роботи камер: цілодобовий;
- сервер зберігання даних забезпечує архівацію захоплених і розпізнаних відеопотоків на тривалий термін, може бути географічно віддаленим.

Передача даних на сервер аргументована при організації спостереження на великих територіях. Мережеве підключення (WAN/LAN) дозволяє передавати відеокадри через протокол TCP/IP до центрального комп'ютера та сховища на сервері. Датчики положення автотранспорту, встановлені в контрольованій зоні, активують захват кадру або потокового відео при появі транспортного засобу.

Для забезпечення стабільної роботи цих пристроїв та повноцінного функціонування програмного комплексу потрібна наступна конфігурація ПК:

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- процесор: Intel Core i3/i5 або AMD Ryzen 3/5, 3 ГГц і вище;
- відеокарта: 2–4 ГБ відеопам'яті, сумісна з DirectX 12 і вище;
- оперативна пам'ять: 8–16 ГБ;
- жорсткий диск / SSD: 500 ГБ або більше;
- оптичний привід: DVD/Blu-ray (за потреби);
- операційна система: Windows 10/11 Pro або Windows Server 2019/2022.;
- графічна підсистема: підтримка DirectX 12 або вище;
- інтерфейс відеозахвату: USB 3.0 / USB-C або спеціалізоване обладнання для відеозахвату (карти відеозахвату, зовнішні відеоадаптери);
- відеокамера: USB/HDMI/IP-камера, мінімальне роздільне здатність 720p (1280×720), з автофокусом і оптичним об'єктивом, здатна забезпечити чітке зображення номерних знаків у кадрі з розміром приблизно від 50×150 до 100×300 пікселів. Можлива інтеграція камер з іншими інтерфейсами при наявності відповідного обладнання для захвату;
- відеоадаптер: сучасний відеоадаптер з підтримкою HD/Full HD/4K і мінімум 2 ГБ відеопам'яті.

Функціональні обмеження до системи та обладнання, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Функціональні обмеження до системи та обладнання

Характеристика	Показник
Вірогідність розпізнавання чистих номерних знаків (які задовольняють вимогам Віденської конвенції про дорожній рух і ДСТУ 4278:2019, ДСТУ 3650:2019, ДСТУ ISO/IEC 30116:2022).	~95%
Можливість розпізнавання в реальних умовах транспортного потоку.	~90%
Максимально гранична швидкість руху автомобіля в моніторингу зоні.	~150 км/год при частоті кадрів камери не менше 60-и кадрів в секунду.
Розмір номерного знаку в кадрі	Висота символів - 12-24 пікселів.
Ширина пластини	72-144 пікселів
Освітлення в області номерної пластини (при використанні додаткових джерел освітлення).	Не менше 50 лк.

До вже визначених раніше основних робочих функцій, виконання яких має забезпечити система, додамо наступне. Програмне забезпечення системи повинне мати модульну архітектуру, що дозволяє інтегрувати його з існуючими автоматизованими системами замовника та, у разі потреби, без значних змін адаптувати під нові типи контролюючих технічних засобів;

- можливість розширення функціоналу без суттєвого перебудовування структури за рахунок підключення додаткових модулів;

- графічний користувацький інтерфейс, створений під час виконання ВКРБ, має бути зручним, інтуїтивним і україномовним;

- широкий спектр функцій для користувача, серед яких:

- експорт відеоданих у сучасні формати (AVI, MP4);

- друк відеофайлів та зображень;

- відображення відео на моніторі та відправка по електронній пошті;

- масштабування відеозображень;

- регулювання кольоровості та контрастності;

- дистанційне управління PTZ-камерою (панорування, нахил, масштабування);

- перегляд відеопотоку у режимі реального часу;

- архівація та пошук відеозаписів за часом та подіями.

Таким чином, визначивши ключові компоненти та модулі ПЗ, можливо побудувати структурну схему системи, яка наведена на рисунку 3.3.

До складу системи необхідно також ввести графічний україномовний інтерфейс користувача, який забезпечить в процесі промислової експлуатації:

- діалоговий режим роботи з користувачем;

- керування модулями системи;

- організацію інтерактивного режиму роботи користувача, тощо.

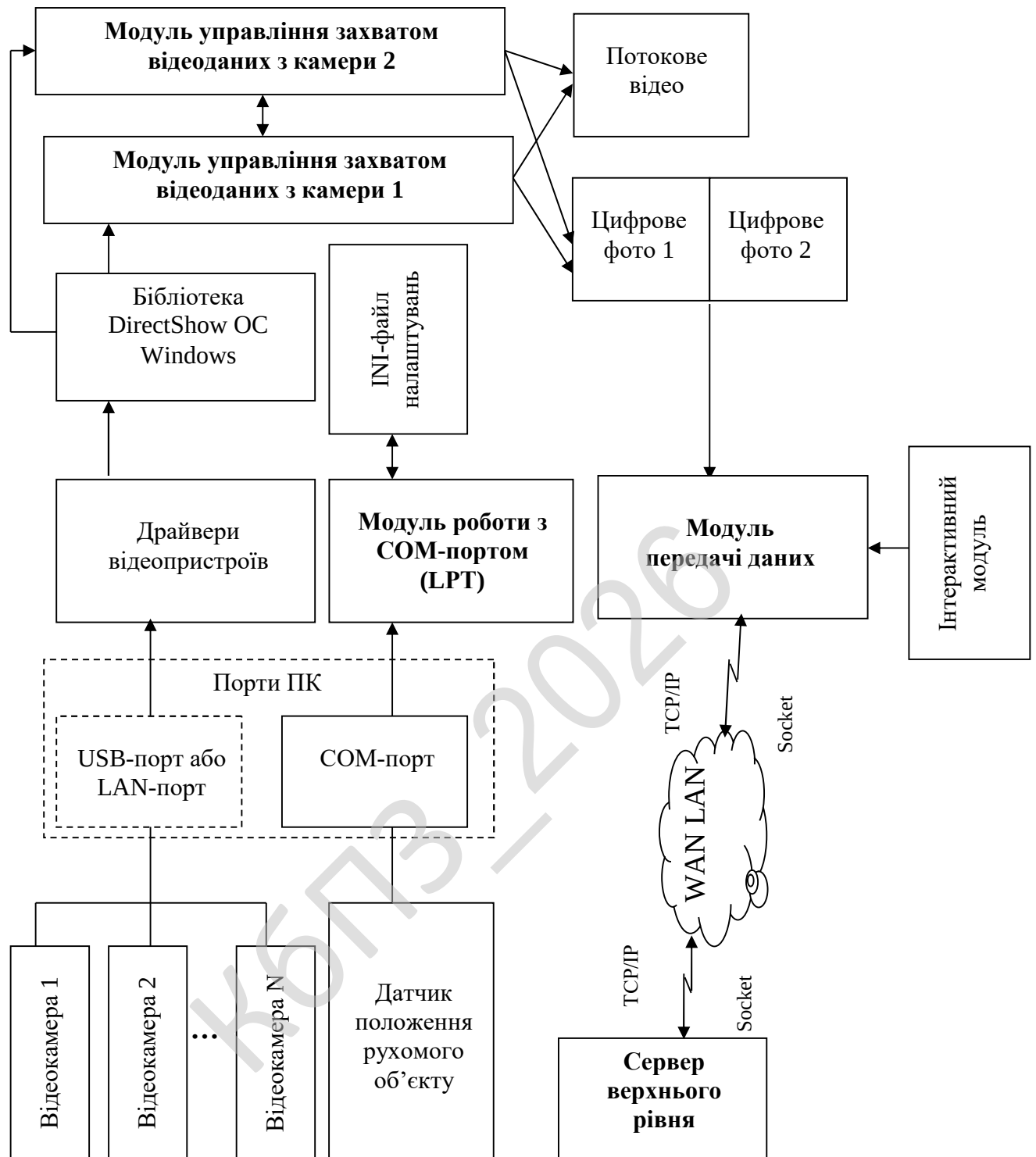


Рисунок 3.3 – Структурна схема системи

3.3 Розробка функціональної схеми

Для створення функціональної схеми системи необхідно уточнити завдання кожного компонента та визначити їх взаємозв'язки.

При запуску програми головний модуль системи ініціює роботу всіх підсистем та координує їх взаємодію, як це показано на функціональній схемі (рисунок 3.4).

Спочатку запускається модуль передачі даних, який встановлює зв'язок із сервером верхнього рівня. Далі одночасно ініціалізуються два модулі: модуль управління захопленням відео та модуль роботи з СОМ-портом.

Модуль управління захватом складається з трьох підмодулів:

- створення графа фільтрів;
- захват відеопотоку з камер відеоспостереження;
- захват окремого кадру з відеопотоку.

Залежно від конфігурації, модулі для камер № 1 та № 2 можуть працювати у двох режимах:

- захват окремого кадра (фрейма);
- захват потокового відео.

За замовчуванням (автоматичний режим із налаштувань INI-файлу) обидва модулі налаштовані на захват кадра. Захват відбувається при надходженні сигналу від датчика контролю положення транспортного засобу через СОМ-порт із інтерфейсом RS-232. Налаштування СОМ-порту здійснюється лише один раз при першому запуску системи; надалі параметри завантажуються автоматично з INI-файлу.

Для забезпечення максимальної точності отриманих даних система може бути налаштована так, щоб обидві камери одночасно фіксували один і той самий транспортний засіб під різними кутами огляду.

Відеопотоки з камер передаються на сервер вищого рівня (ВР), де відбувається їх розпізнавання та подальша обробка. Таким чином, вихідні дані розробленої системи слугують вхідними даними для центральної системи відеоаналітики.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

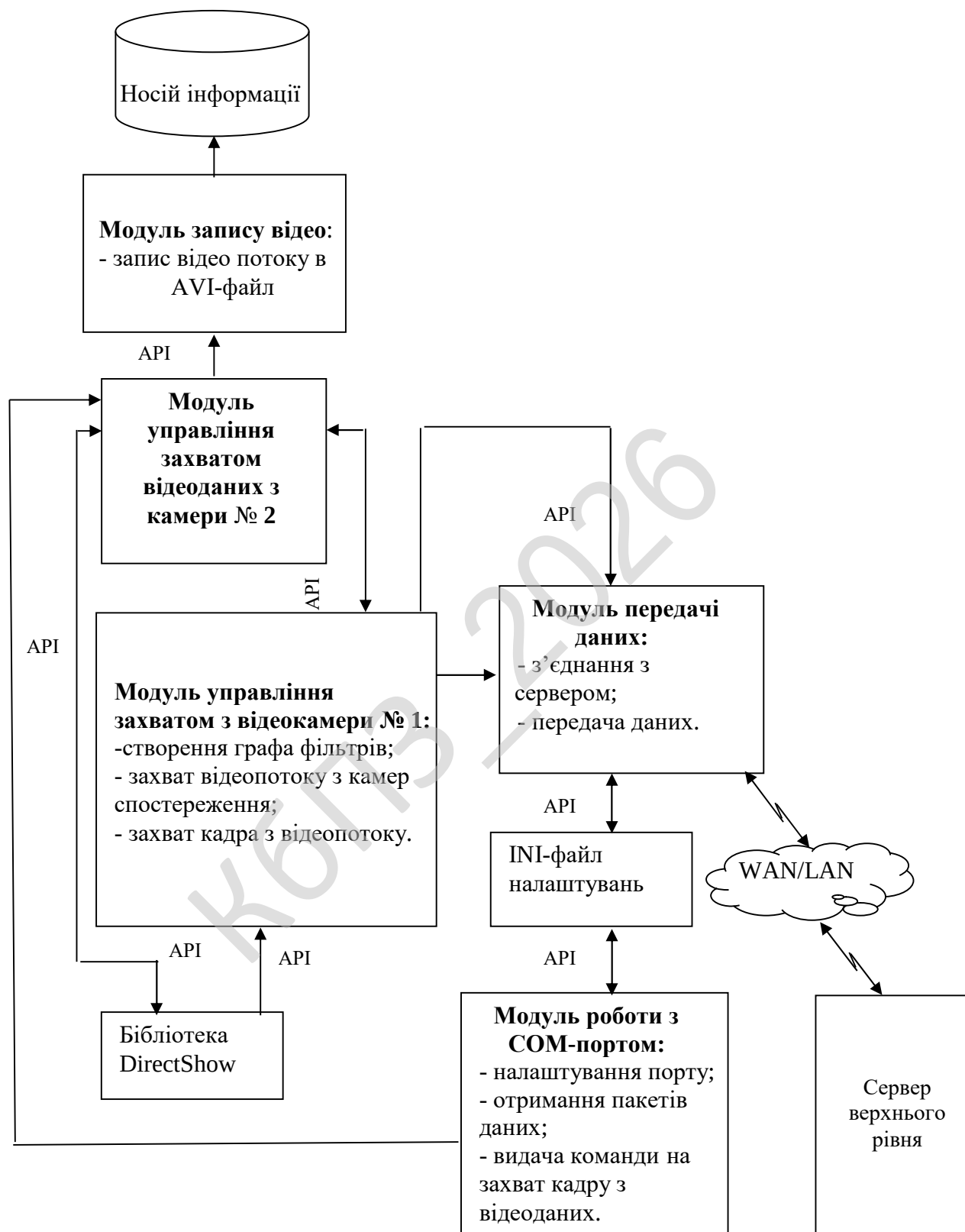


Рисунок 3.4 – Функціональна схема системи

За необхідності та залежно від налаштувань користувача, можлива також локальна фіксація відеопотоку на будь-який доступний носій інформації.

Модуль передачі даних встановлює зв'язок із сервером ВР і, у разі наявності підключення, передає інформацію для збереження в базі даних через СУБД Firebird.

3.4. Розробка діаграми процесів

Для визначення ієрархії процесів у системі та наочного відображення їх взаємодії була розроблена діаграма процесів (рисунок 3.5).

Після проведення аналізу та обґрунтування:

- проектних рішень щодо структурної організації системи (опис того, як система розділена на модулі та як вони взаємодіють) і розроблення її програмного забезпечення;
- структури та функціональної схеми системи;
- вимог і критеріїв, необхідних для забезпечення виконання встановлених функцій;
- комплексу апаратних засобів, що гарантує працездатність системи;
- переліку вхідних даних, необхідних для організації контролю та моніторингу руху автотранспорту, отримано повний набір вихідних даних і критеріїв, необхідних для розробки програмного забезпечення системи.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

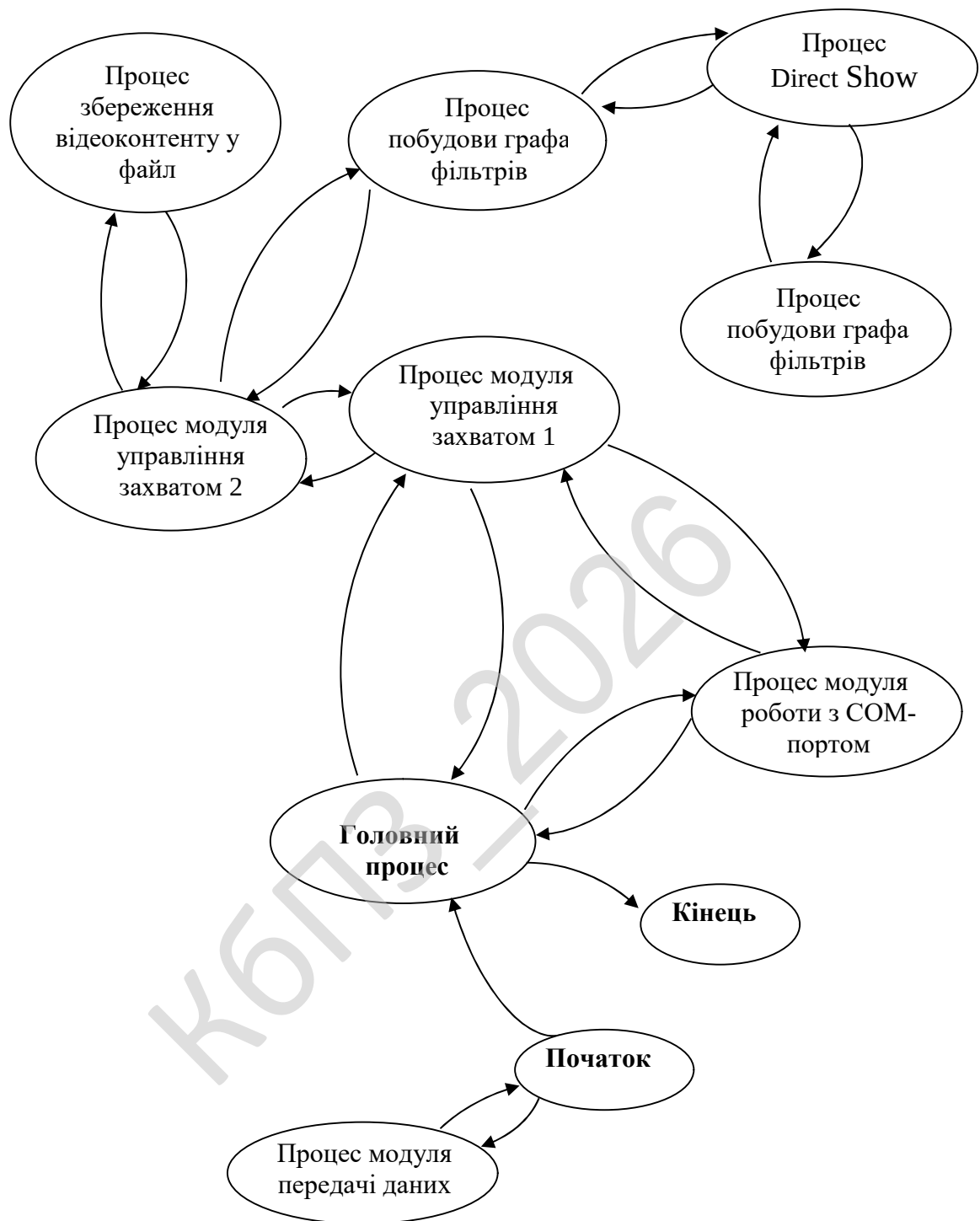


Рисунок 3.5 – Діаграма взаємодії процесів в системі

4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ

Система відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow ОС Windows та API-функцій, яка підлягає розробці в процесі виконання ВКРБ, є складним програмно-апаратним комплексом, який буде інтегруватись з іншими системами аналогічного класу та спрямування. Тому, перш ніж приступити до розробки ПЗ системи, необхідно визначити загальні принципи побудови алгоритмів системи та провести їх програмну реалізацію.

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Під час створення програмного комплексу здійснена спроба уникнути негативного досвіду, який був виявлений в процесі аналізу систем-аналогів, та взято за основу побудови архітектури ПЗ виявлені їх позитивні якості.

В розробці системи використане програмування під ОС Windows. До складу програмного забезпечення введено графічний інтерфейс користувача, який забезпечує діалоговий режим роботи користувача з системою: своєчасне виправлення помилок та надає, при необхідності, інтерактивні довідки.

При розробці ПЗ реалізовано два режими роботи: автоматичний та інтерактивний. Інтерактивний режим забезпечить користувачу виконання наступних функцій: входження в систему, запуск системи, вибір режиму роботи системи (детально описано в розділі 3 даної пояснювальної записки), введення початкових даних для проведення ІNІ-налаштувань.

Розроблена система є багатофункціональною і буде забезпечувати в процесі експлуатації локалізацію різноманітних задач, починаючи з налаштувань

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

і конфігурування обладнання та комунікаційних функцій, і закінчуючи розробкою користувачем своїх моментів інтерфейсу і методик відеоспостереження руху автомобільного транспорту в рамках єдиної системи, застосування у всіх цих задачах єдиного підходу, єдиного інформаційного сховища даних та інструментів розробки.

З ціллю уніфікації, система, що підлягає розробці, буде легко адаптуватись для вирішення різноманітних задач, пов'язаних з організацією відеоспостереження. Архітектура ПЗ системи дозволить інтегрувати їх із іншими автоматизованими системами аналогічного спрямування. Це досягнуто завдяки використанню стандартних інтерфейсів і протоколів обміну даними, елементів підсистеми DirectShow OC Windows.

Система DirectShow має відкриту архітектуру і підтримує будь-які мультимедіаформати наскільки довго, поки будуть існувати фільтри для їх граматичної розбірки і декодування: WMA, WMV, ASF, MPEG, API, Quick Time, WAV, AiFF, AU, SND, MIDI. Тому, з ціллю уніфікації, підтримку цих форматів забезпечує і розроблена система.

Система спроектована у відповідності з вимогами концепції побудови систем аналогічного класу та спрямування, означеної відповідними державними стандартами (розділ 2 пояснювальної записки) і, по суті, є багаторівневою системою реального часу, оскільки обробка даних здійснюється за позначками реального часу. Належало також встановити якісні вимоги до ПЗ системи. Тому в процесі його теоретичної побудови за основу взято наступні пріоритети цих вимог:

- коректність розробленого ПЗ: забезпечення одержання правильних результатів роботи кожної програми, кожного програмного модуля та системи в цілому;

- достовірність: забезпечення раціональної реакції системи на нестандартні ситуації та надання відповідної теоретичної інформації (в разі потреби).

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Для того, щоб реалізувати основну функцію, яку має виконувати система, необхідно побудувати досить складну структуру – граф захвата. Для спрощення побудови графа захвата використаємо спеціальний об’єкт, який надає підсистема DirectShow – побудовник графа захвату (Capture Graph Builder). Цей об’єкт представлений інтерфейсом ICaptureGraphBuider 2, який і утримує методи побудови і керування графом захвату.

Загальну схему взаємодії графів захвату і відтворення в ПЗ системи представляємо рисунком 4.1.

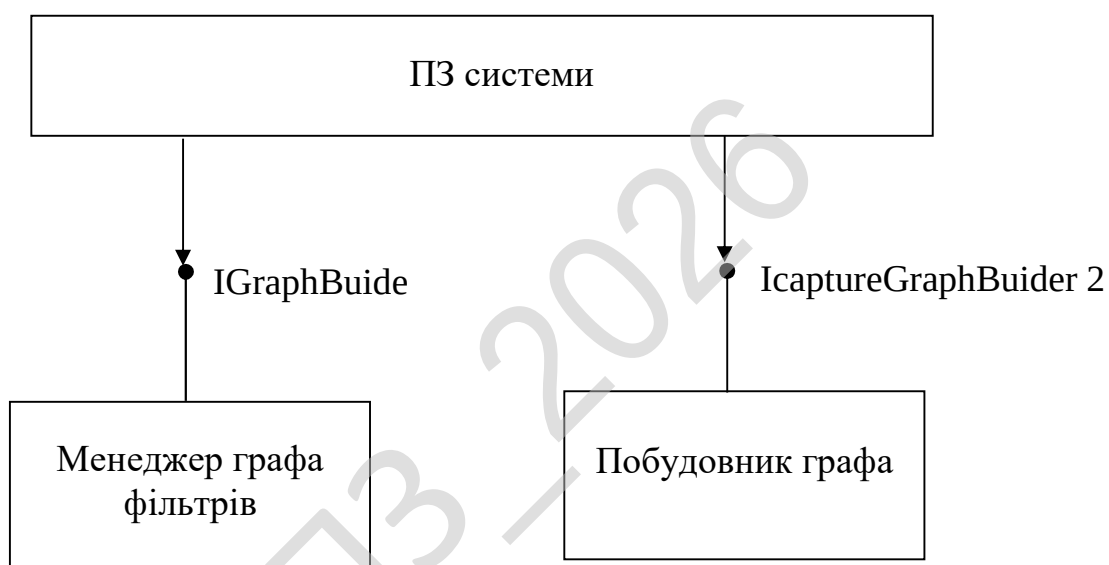


Рисунок 4.1 – Схема взаємодії графів захвату і відтворення в системі

Інтерфейс ICaptureGraphBuider 2 утримує більше 10 методів, але ми використаємо лише 4: установлення графа фільтрів для використання; побудова графа захвату; створення файлу для запису даних із графа; пошук інтерфейса в графі, починаючи з вказаного фільтра.

Для керування властивостями фільтрів і контактів використаємо в якості основних наступні інтерфейси:

- IAMStremConfiq – інтерфейс керування форматом даних вихідного потоку. Допоможе одержати об’єкт з інтерфейсом ISpecifyPropertyPages.

- ISpecifyPropertyPages – інтерфейс керування сторінками властивостей. Утримує лише один метод – метод одержання властивостей сторінок.

Визначивши необхідні для роботи інтерфейси, переходимо до визначення методики розробки самого механізму захвата. Спочатку створюємо об'єкт з інтерфейсом ICreateDevEnum для перерахування вказаної категорії пристроїв – джерел відео. Цей інтерфейс забезпечить створення в системі об'єкта перерахування укаваної категорії пристроїв: визначення ідентифікатора класу категорії пристроїв; створення адреси змінної, котра надасть інтерфейс перерахування монікерів (показчики ідентифікації) IEnumMoniker; формування бітової комбінації прапорців для задання режиму роботи даного фільтра.

Наступник кроком за допомогою інтерфейса IenumMoniker організуємо цикл сортування усіх монікерів. Цей інтерфейс, в свою чергу, використовує інтерфейс сховища об'єктів, в який буде занесена адреса показчика на об'єкти, що розшуковуються.

Тепер переходимо до визначення шляхів проведення налаштувань сторінок властивостей для покращення якості захвату відеосигналів або, навпаки, зменшення якості з ціллю економії місця на диску (режим обирає користувач).

Реалізацію цього режиму роботи системи виконаємо також за допомогою фільтрів DirectShow і побудови відповідного графа фільтрів. Доступ до сторінок властивостей фільтрів одержимо, використавши спеціальний інтерфейс ISpecifyPropertyPages. А відображення сторінки властивостей фільтрів виконаємо у вигляді модального діалога методом OleCreatePropertyFrame із COM-бібліотеки OC Windows .

Але не кожний фільтр має сторінку властивостей, тому до складу ПЗ введемо алгоритм перевірки наявності сторінки властивостей фільтра, який потребує включення до складу графа фільтрів. Процедуру перевірки виконаємо наступним чином: спробуємо одержати інтерфейс ISpecifyPropertyPages для фільтра і якщо не одержимо його – значить цей фільтр не має своєї сторінки властивостей і його в роботі краще не використовувати.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Використавши інтерфейс IAMStremConfig, зможемо провести налаштування вихідних потоків даних. Наприклад: сторінка властивостей пристрою захвата зображення дозволяє налаштувати такі параметри, як якість, контрастність, гама, тощо; сторінка властивостей вихідного контакта фільтра надасть можливість встановити розмір зображення на виході; призначення кольорового профілю (ICC-профілю), тощо.

Для більш зручної роботи з підсистемою DirectShow було прийняте рішення про розробку двох спеціальних класів, кожен з яких інкапсулює в собі визначене сенсове навантаження. Означимо та коротко охарактеризуємо кожен з них:

- Клас TaxMediaPlayer представляє собою мінімально необхідну функціональність для спрощення розробки ПЗ системи, яке потребує відтворення різноманітних мультимедіапотоків. Потоки, які можуть відтворюватись підсистемою DirectShow, вже достатньо описані в попередніх розділах пояснювальної записки. Віднесемо до них такі формати даних, як WAV, MIDI і MP3, формати відео AVi, WMA, MPEG, тощо. Клас розташуємо в моделі UdxMediaPlayer.PQS.

Цей клас забезпечить в процесі реалізації ВКРБ наступне: відтворення великої кількості форматів даних (аудіо і відео); відпадає необхідність додаткових налаштувань - після методу ініціалізації (в якому задається шлях до файлу з даними) можна зразу починати відтворення мультимедіапотоків; окрім методу відтворення потоку, клас утримує методи призупинки відтворення, повної зупинки відтворення, методи позиціонування в потоці даних, перемотки по кадрах вперед і назад, керування швидкістю відтворення потоку, введено також і метод отримання поточного кадра (тільки для потоку відеоданих) і методи керування потоком подій;

- Клас TdxCaptureManager забезпечує можливість захвату і попереднього перегляду потокового відео. Є зручним менеджером для роботи з пристроєм захвату. Розроблений клас розташований в модулі UdxCaptureManager.pas.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Забезпечує захват зображення від різноманітних пристроїв – джерел відео. До складу класу також входять режими: попереднього перегляду/прослуховування; режим запису на диск; режим вибору пристроїв захвату зображення, пристроїв стиснення даних.

Розробка та використання в процесі розробки ПЗ вищезначених класів дозволить значно спростити опис програмним кодом алгоритмів системи та скоротити терміни виконання ВКРБ.

Отже, нами фактично здійснена теоретична розробка ПЗ системи. Залишилось лише визначити основну задачу при розробці ПЗ та окреслити шляхи її реалізації. Основною задачею при реалізації програмного забезпечення є визначення послідовності дій при роботі з пристроями захвату зображення. Для цього необхідно розробити та описати покроково загальний алгоритм роботи системи:

- Крок 1: створюємо об'єкт для побудови графа фільтрів:

```
Result := CoCreateInstate (CLSID_FillGraph, NIL, CLSCTX_INPROC_SERVER,  
IID_IGraphBuilder, FGraphBuilder);
```

- Крок 2: створюємо об'єкт для побудови графа захвату:

```
Result := CoCreateInstate ( CLSID_CaptureGraphBuilder2, NIL,  
CLSCTX_INPROC_SERVER, IID_ICaptureGraphBuilder2, FCaptureGraphBuilder);
```

- Крок 3: задаємо граф фільтрів для використання в побудові графа захвату:

```
Result := FCaptureGraphBuilder, SetFilterqraph (FGraphBuilder);
```

- Крок 4: одержуємо фільтри захвату і стиснення, виходячи з їх імен:

```
FVideocaptureFilter :=  
EnumerateDevices (CLSID_VideoInputDeviceCateqory,  
VideocaptureDeviceName, NIL, TRUE);  
FAudiocaptureFilter :=  
EnumerateDevices (CLSID_AudioInputDeviceCateqory,  
AudiocaptureDeviceName, NIL, TRUE);  
FVideocaptureFilter :=  
EnumerateDevices (CLSID_VideoCompressorCateqory,  
VideoCompressDeviceName, NIL, TRUE);  
FAudioCompressorFilter :=  
EnumerateDevices (CLSID_AudioCompressorCateqory,  
AudioCompressName, NIL, TRUE);
```

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

- Крок 5: додаємо одержані фільтри в граф:

```
if FVideoCaptureFilter <> NIL then
begin
    FGraphBuilder.AddFilter (FVideoCaptureFilter,
`FVideoCaptureFilter`);
    end;
    //Додаємо фільтр стиснення відео в граф
    if FVideoCompressFilter <> NIL then
    begin
FGraphBuilder.AddFilter (FVideoCompressFilter, `VideoCompressFilter`);
end;
```

- Крок 6: будуємо граф захвата в залежності від прапорців захвату і попереднього перегляду, задаємо формат вихідних даних:

```
Result := FcaptureGraphBuilder.RenderStream (@PIN_CATEGORY_PREVIEW,
@MEDIATYPE_Video FVideoCaptureFilter,<> NIL, NIL);
Result := FcaptureGraphBuilder.RenderStream (@PIN_CATEGORY_PREVIEW,
@MEDIATYPE_Audio FAudiocaptureFilter,<> NIL, NIL);
Result := FcaptureGraphBuilder.Set OutputFileName (MEDIASUBTYPE_Avi,
PWideChar(FCAPTUREFileName), FMux, FSink);
Result := FcaptureGraphBuilder.RenderStream (@PIN_CATEGORY_CAPTURE,
@MEDIATYPE_Video, FVideoCaptureFilter, FVideoCaptureFilter, FMux);
Result := FcaptureGraphBuilder.RenderStream (@PIN_CATEGORY_CAPTURE,
@MEDIATYPE_Audio, FAudiocaptureFilter, FAudiocaptureFilter, FMux);
```

- Крок 7: запускаємо граф захвату:

```
Result := FMediaControl.Run ();
```

- Крок 8: звільняємо виділену пам'ять.

На кожному кроці роботи алгоритму буде передбачена розвинена мережа автоматичної перевірки роботи функцій та процедур (стандартних та розроблених в процесі виконання ВКРБ), яка забезпечить надійну та коректну роботу системи.

В процесі теоретичної реалізації проекту виконано наступний обсяг роботи: визначенні обмеження, які повинна контролювати система; визначені основні складові ПЗ, розроблені схеми реалізації алгоритмів, виконані необхідні розрахунки, тому маємо всі необхідні дані для розробки і опису алгоритмів програмування системи програмним кодом.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Розроблене ПЗ має модульну структуру побудови, що забезпечує досягнення нею високої ступені мобільності та адаптивності. До складу ПЗ системи ввійшли наступні модулі та програми:

- головна програма, яка, по суті, є диспетчером системи. Вона забезпечує запуск на виконання підлеглих модулів, кожний з яких виконує своє завдання, контролює їх роботу;

- модуль захвата відеопотоків;

- модуль відображення, стиснення та редагування відеоданих.

Програмне забезпечення системи працює на платформі ОС Windows. Середовище передачі даних - поєднання дротових та бездротових технологій, що забезпечують передачу відеопотоку та метаданих. При цьому, система пред'являє мінімальні вимоги до системи ресурсів, адже нею використовується тільки ті процедури введення/виведення, які необхідні в роботі.

Система має графічний, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і забезпечує в процесі своєї роботи високу ступінь візуалізації. До складу системи ввійшли як стандартні модулі, так і модулі, що були розроблені в процесі виконання ВКРБ, які в свою чергу, описані процедурами, програмами та підпрограмами. Розглянемо більш детально роботу деяких з них, а саме: головної програми, програми побудови графа фільтрів, програми переліку пристроїв визначеного класу.

Керування модулями в системі здійснює головна програма, яка по суті є її диспетчером. Вона запускає модулі на виконання та завершує їх роботу після виконання ними означених функцій. Головна програма забезпечує роботу діалогового режиму з користувачем та здійснює контроль його дій, блокує некоректні дії користувача при роботі з системою та в разі необхідності надає користувачу відповідну інформацію щодо роботи системи, допущених ним помилок та інших нештатних ситуацій, які можуть виникнути під час роботи системи. Розглянемо блок-схему алгоритму роботи головної програми (рисунок 4.2).

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

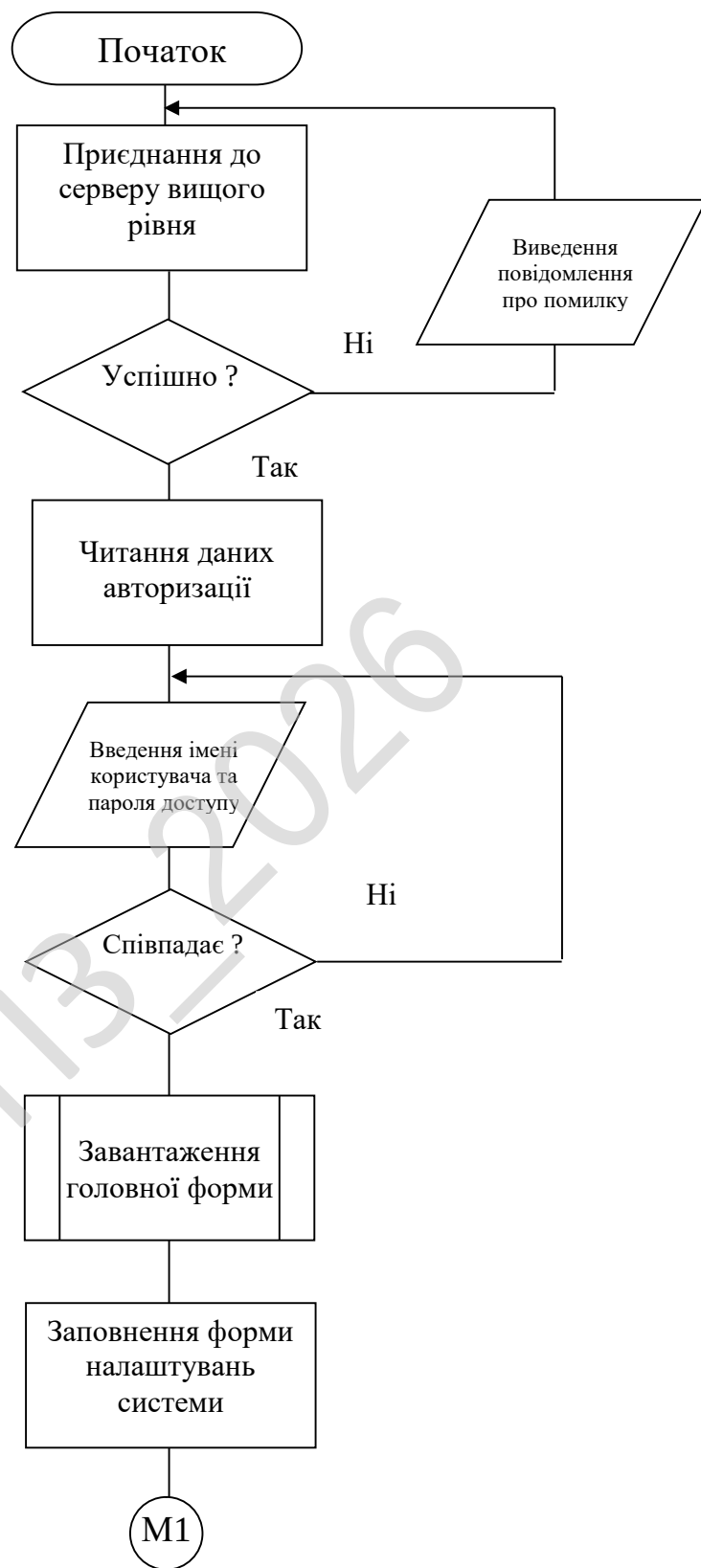


Рисунок 4.2 – Блок-схема алгоритму роботи головної програми

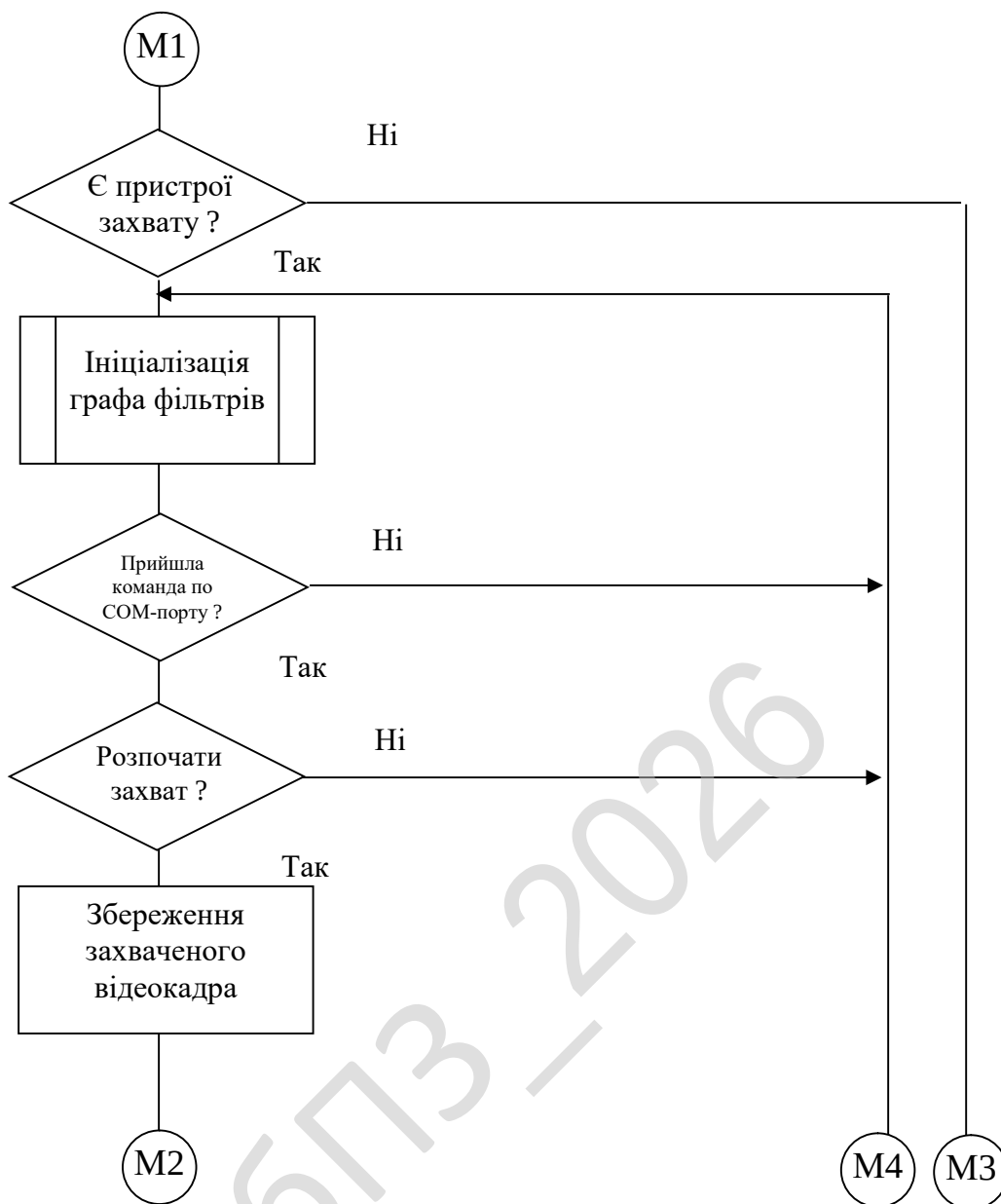


Рисунок 4.2, продовження блок-схеми алгоритму роботи головної програми

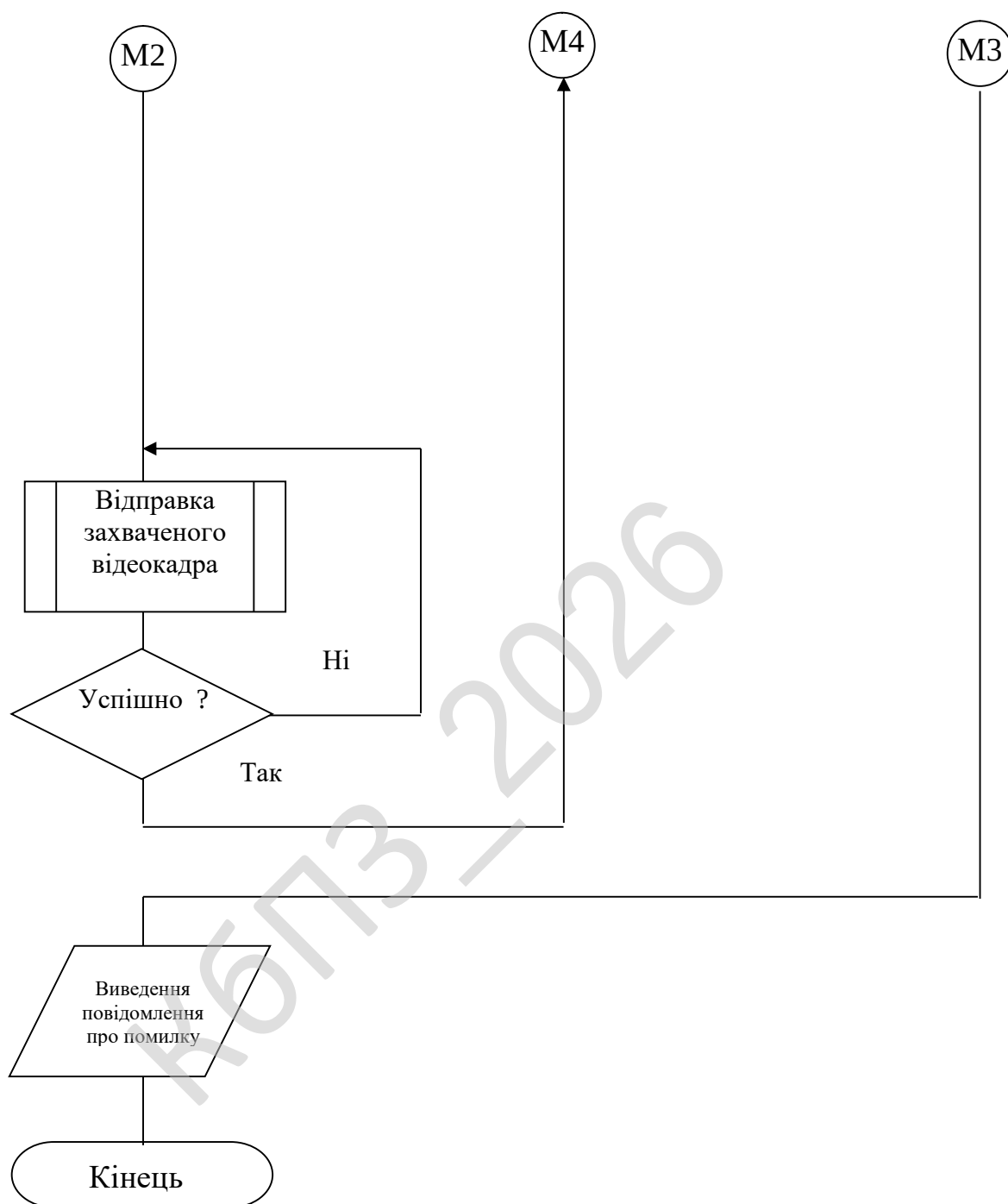


Рисунок 4.2, продовження блок-схеми алгоритму роботи головної програми

Кожен режим роботи системи починається з побудови в автоматичному режимі графа фільтрів, який притаманний тільки цьому режиму роботи і

використовується тільки ним. Для іншого режиму роботи необхідно побудувати інший граф фільтрів.

Фільтр - це програмний компонент, який вбудовується в потік мультимедіа і виконує чітко означені дії:

- читання даних з файлу;
- одержання відео з джерела;
- декодування мультимедіаформатів;
- передача даних на графічну плату.

Граф фільтрів – це ланцюжок послідовно з'єднаних фільтрів. При цьому вихід одного - є входом наступного і так далі.

Розроблене ПЗ системи утримує цілу серію графів фільтрів, побудованих на основі використання стандартних фільтрів підсистеми DirectShow ОС Windows. Для того, щоб реалізувати цей процес в автоматичному режимі, в процесі виконання ВКРБ була розроблена програма процедури побудови графа фільтрів, блок-схема роботи алгоритму якої наведена на рисунку 4.3.

Розглянемо алгоритм програми побудови графа фільтрів:

- Крок 1: початок роботи процедури побудови графа фільтрів захвату відеопотоків. Перехід на крок 2.
- Крок 2: очищення контейнера графа фільтрів: звільнення пам'яті і обнуління якостей. Перехід на крок 3.
- Крок 3: створення об'єкту для побудови графа фільтрів (ГФ). Перехід на крок 4.
- Крок 4: перевірка успішності створення об'єкту для побудови графа фільтрів. Якщо об'єкт створено – перехід на крок 5, якщо ні – на крок 23.
- Крок 5: створення об'єкту для побудови графа захвату (ГЗ): конфігурування графа фільтрів для відеозахвату. Перехід на крок 6.
- Крок 6: перевірка успішності створення об'єкту для побудови графа захвату. Якщо об'єкт створено – перехід на крок 7, якщо ні – на крок 23.

- Крок 7: одержання переліку пристроїв захвату відеопотоків (ПЗВ) з ОС Windows. Перехід на крок 8.

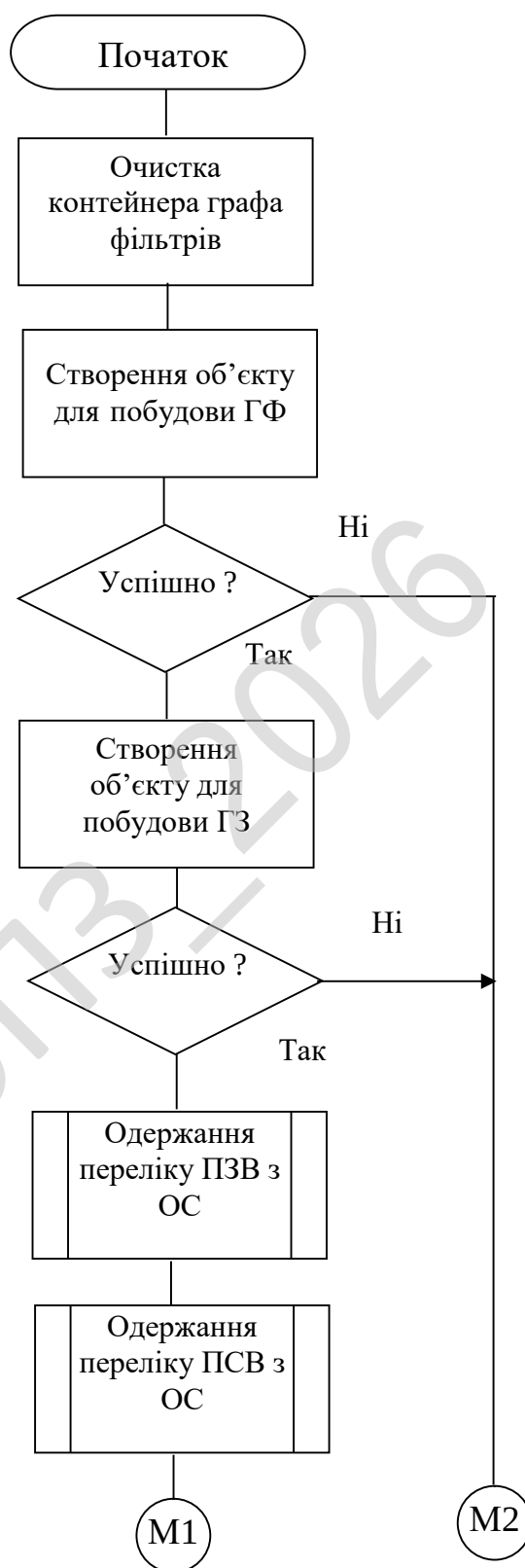


Рисунок 4.3 – Блок-схема роботи алгоритму побудови графа фільтрів

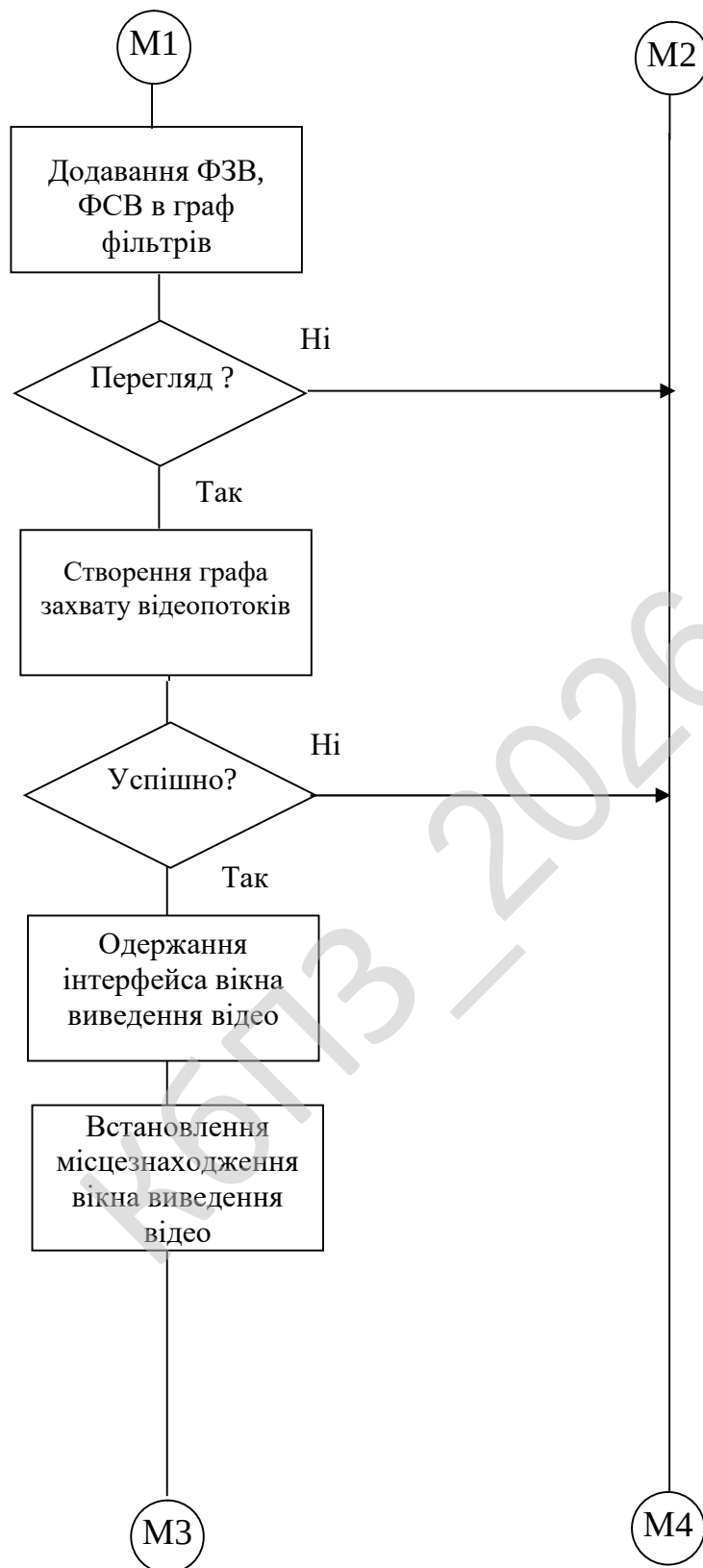


Рисунок 4.3 – продовження блок-схеми роботи алгоритму побудови графа фільтрів

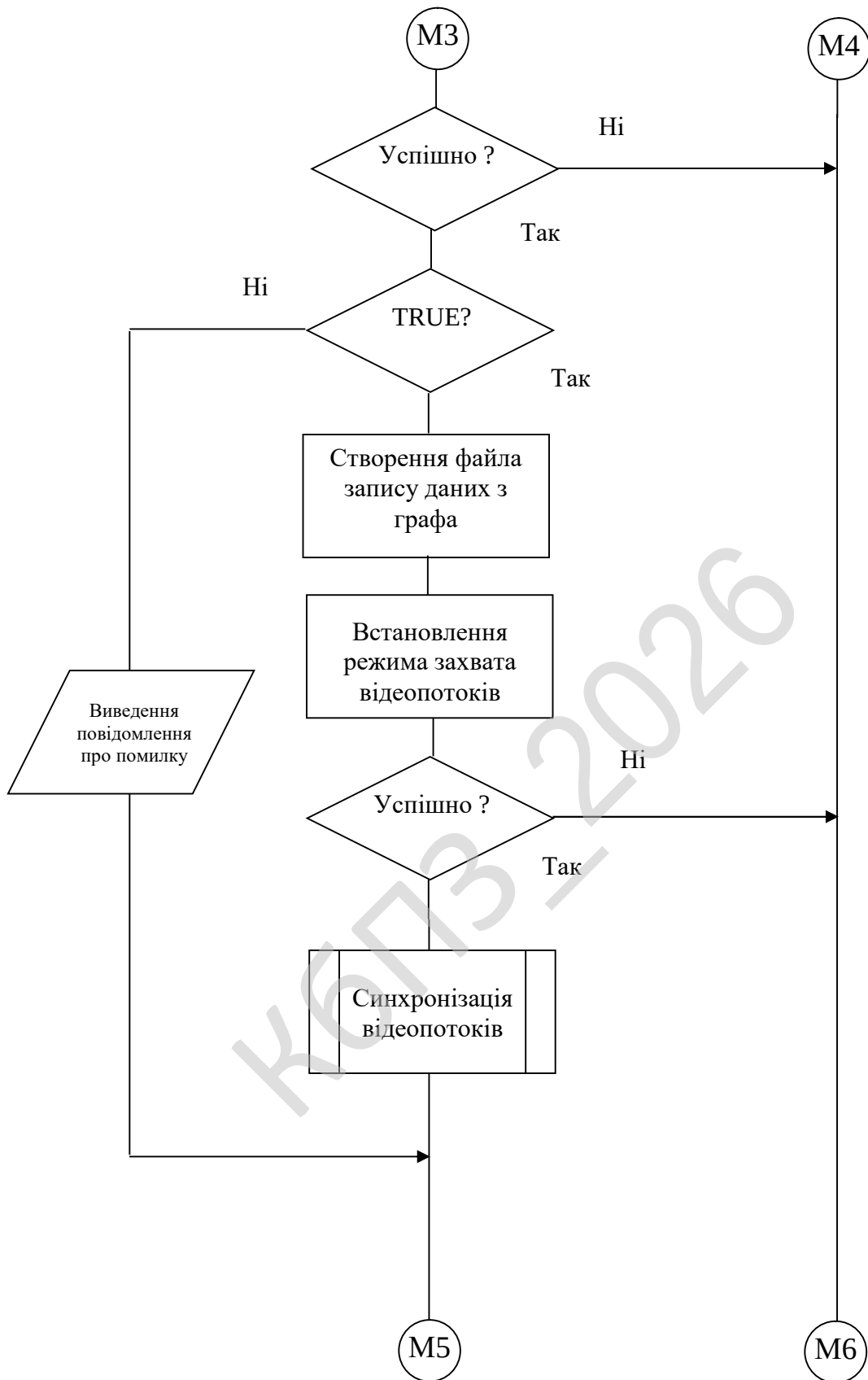


Рисунок 4.3, продовження блок-схеми роботи алгоритму побудови графа фільтрів

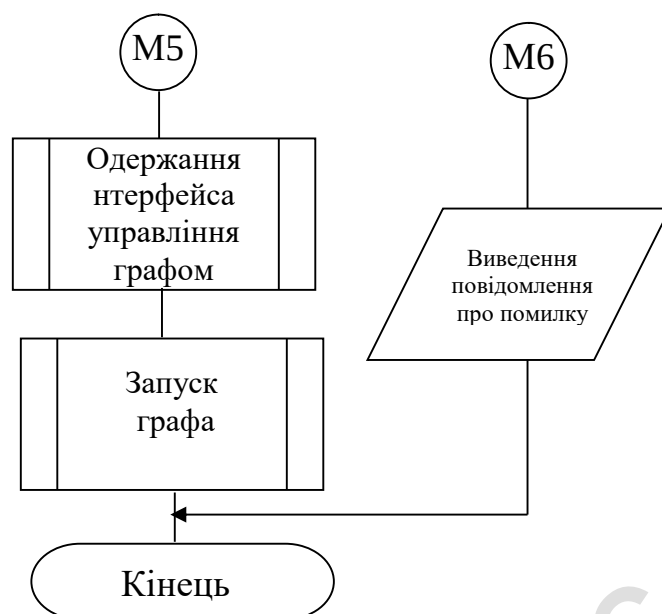


Рисунок 4.3, продовження блок-схеми роботи алгоритму побудови графа фільтрів

- Крок 8: одержання переліку пристроїв стиснення відеопотоків (ПСВ), з ОС Windows. Перехід на крок 9.

- Крок 9: додання фільтра захвата відео (ФЗВ), фільтра стиснення відео (ФСВ) в граф захвата. Перехід на крок 10.

- Крок 10: якщо користувачу необхідно задати режим попереднього перегляду – перехід на крок 11, якщо ні – перехід на крок 23.

- Крок 11: створення графа захвата відеопотоків для попереднього перегляду відео. Перехід на крок 12.

- Крок 12: якщо створення графа пройшло успішно – перехід на крок 13, якщо ні – перехід на крок 23.

- Крок 13: запит та отримання з ОС Windows інтерфейса виведення та керування вікном зображення. Перехід на крок 14.

- Крок 14: встановлення: стилю відеовікна, батьківського вікна для виведення зображення та місцезнаходження (координати на екрані монітора) вікна виведення зображення на екран монітору. Перехід на крок 15.

- Крок 15: перевірка успішності виконання операції. Якщо так - перехід на крок 16, якщо ні – перехід на крок 23;
- Крок 16: якщо встановлений прапорець захвату дорівнює TRUE - перехід на крок 17, якщо ні – виведення повідомлення про помилку і перехід на крок 21.
- Крок 17: створення файлу запису даних з графа. Перехід на крок 18.
- Крок 18: встановлення режиму захвату відеопотоків. Перехід на крок 19.
- Крок 19: якщо режим захвату встановлено – перехід на крок 20, якщо ні - на крок 23.
- Крок 20: синхронізація відеопотоків. Перехід на крок 21.
- Крок 21: одержання інтерфейса управління графом. Перехід на крок 22.
- Крок 22: запуск графа фільтрів. Перехід на кінець роботи програми.

В якості ілюстрації роботи алгоритму створення графа фільтрів, наводимо фрагмент програмного коду:

```

Створення та ініціалізація об'єкта CaptureManager                                     **}
{*****}
procedure TMainForm.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    // Встановлюємо прапорець оновлення
    FRefreshing := TRUE;

    try
        // Створюємо об'єкт CaptureManager
        CaptureManager := TdxCaptureManager.Create(
            panelVideo.Handle,
            panelVideo.ClientRect);

        listBoxVideo.Items.Add('Відсутній');
        listBoxVideoCompressor.Items.Add('Відсутній');
        listBoxAudio.Items.Add('Відсутній');
        listBoxAudioCompressor.Items.Add('Відсутній');

        // Заповнюємо списки аудіо- і відеообладнання
        with CaptureManager do
            begin
                EnumVideoCaptureDevices(listBoxVideo.Items);
                EnumVideoCompressDevices(listBoxVideoCompressor.Items);
                EnumAudioCaptureDevices(listBoxAudio.Items);
                EnumAudioCompressDevices(listBoxAudioCompressor.Items);
            end;

        // Якщо в системі присутні пристрої захвату зображення,
        // то зупиняємо свій вибір на першому з них
        if listBoxVideo.Count > 1 then
            listBoxVideo.ItemIndex := 1
        else
            listBoxVideo.ItemIndex := 0;
        listBoxVideoClick(NIL);
    
```

```

// Пристрій стиснення відео по замовченню відсутній
listBoxVideoCompressor.ItemIndex := 0;
listBoxVideoCompressorClick(NIL);

// Якщо в системі присутні пристрої захвату аудіо
// то зупиняємо свій вибір на першому з них
if listBoxAudio.Count > 1 then
    listBoxAudio.ItemIndex := 1
else
    listBoxAudio.ItemIndex := 0;
listBoxAudioClick(NIL);

// Пристрій стиснення аудіо по замовченню відсутній
listBoxAudioCompressor.ItemIndex := 0;
listBoxAudioCompressorClick(NIL);

// Будуємо граф фільтрів
CaptureManager.ConstructGraph;

finally

    FRefreshing := FALSE;
end;
end;

```

Розроблене ПЗ має високу ступінь мобільності, адже воно жорстко не орієнтоване на використання визначеного переліку пристроїв - джерел відео. Єдиним обмеженням при використанні будь-якого типу відеообладнання є наявність його інтерфейсу в відповідній бібліотеці переліку ОС Windows. Якщо інтерфейс на пристрій (обладнання) відсутній, система відповідно працювати з ним не буде.

Для роботи з пристроями, зареєстрованими в ОС Windows, розроблена програма переліку пристроїв визначеного класу (рисунок 4.4).

Алгоритм роботи вищезначеної програми має наступний вигляд:

- Крок 1: початок роботи алгоритму. Перехід на крок 2.
- Крок 2: обнуління посилань на об'єкти, встановлення прапорця оновлення. Перехід на крок 3.
- Крок 3: створення об'єкта для переліку пристроїв (відеоджерел). Перехід на крок 4.
- Крок 4: якщо створення об'єкта пройшло успішно – перехід на крок 5, якщо ні, виведення повідомлення про помилку і перехід на крок 24.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

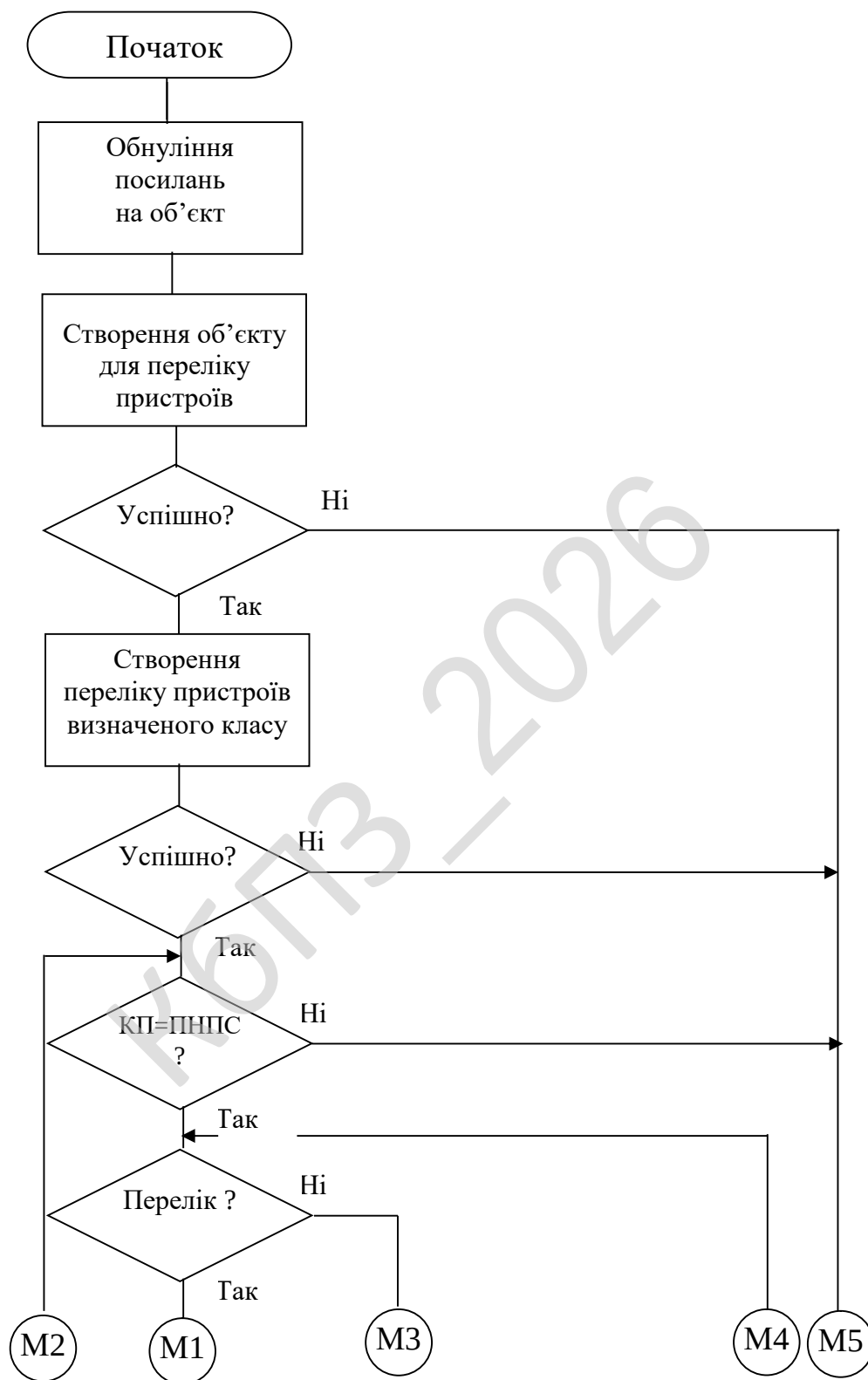


Рисунок 4.4 – Блок-схема роботи алгоритму програми переліку пристроїв визначеного класу

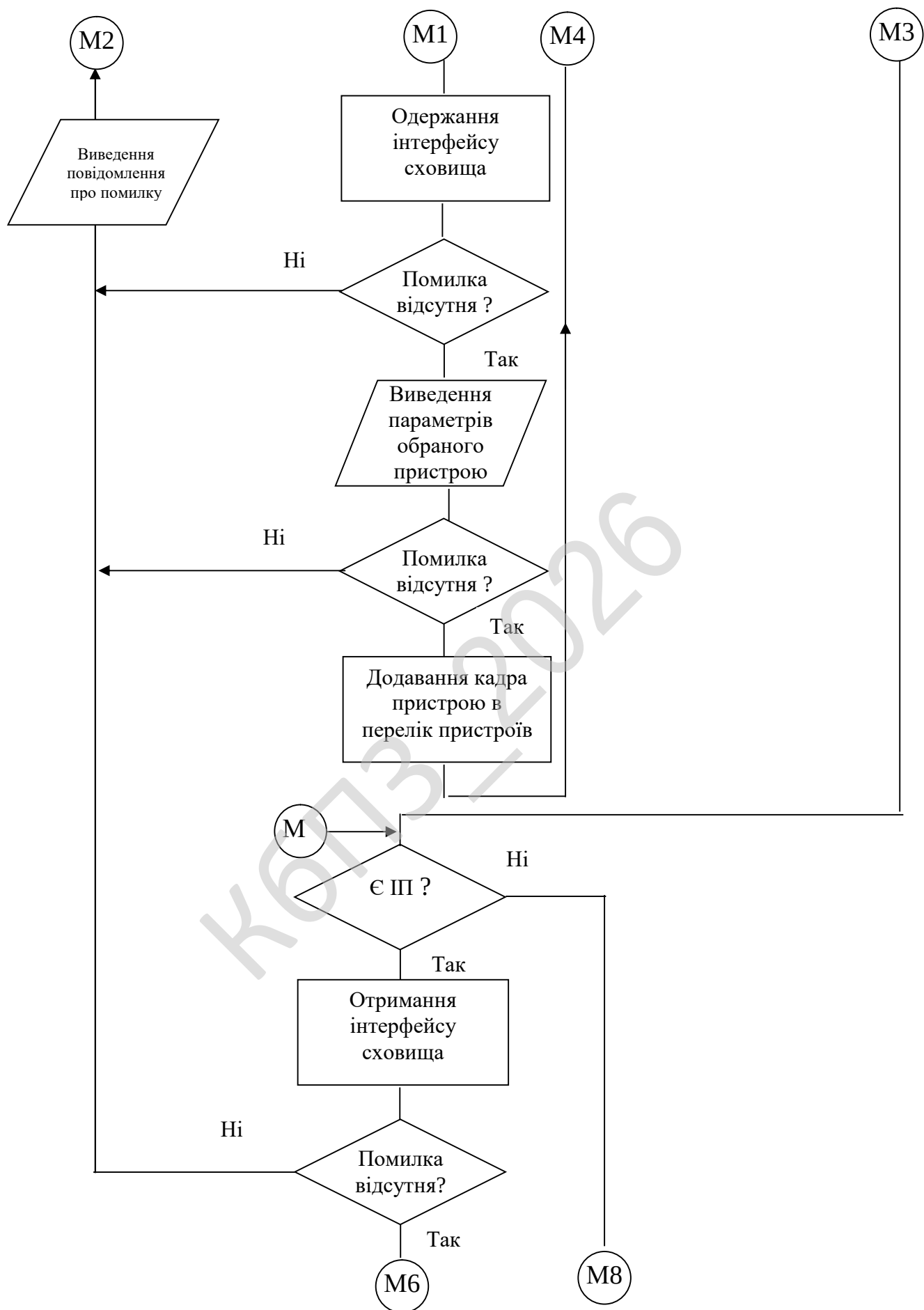


Рисунок 4.4, продовження блок-схеми роботи алгоритму програми переліку пристроїв визначеного класу

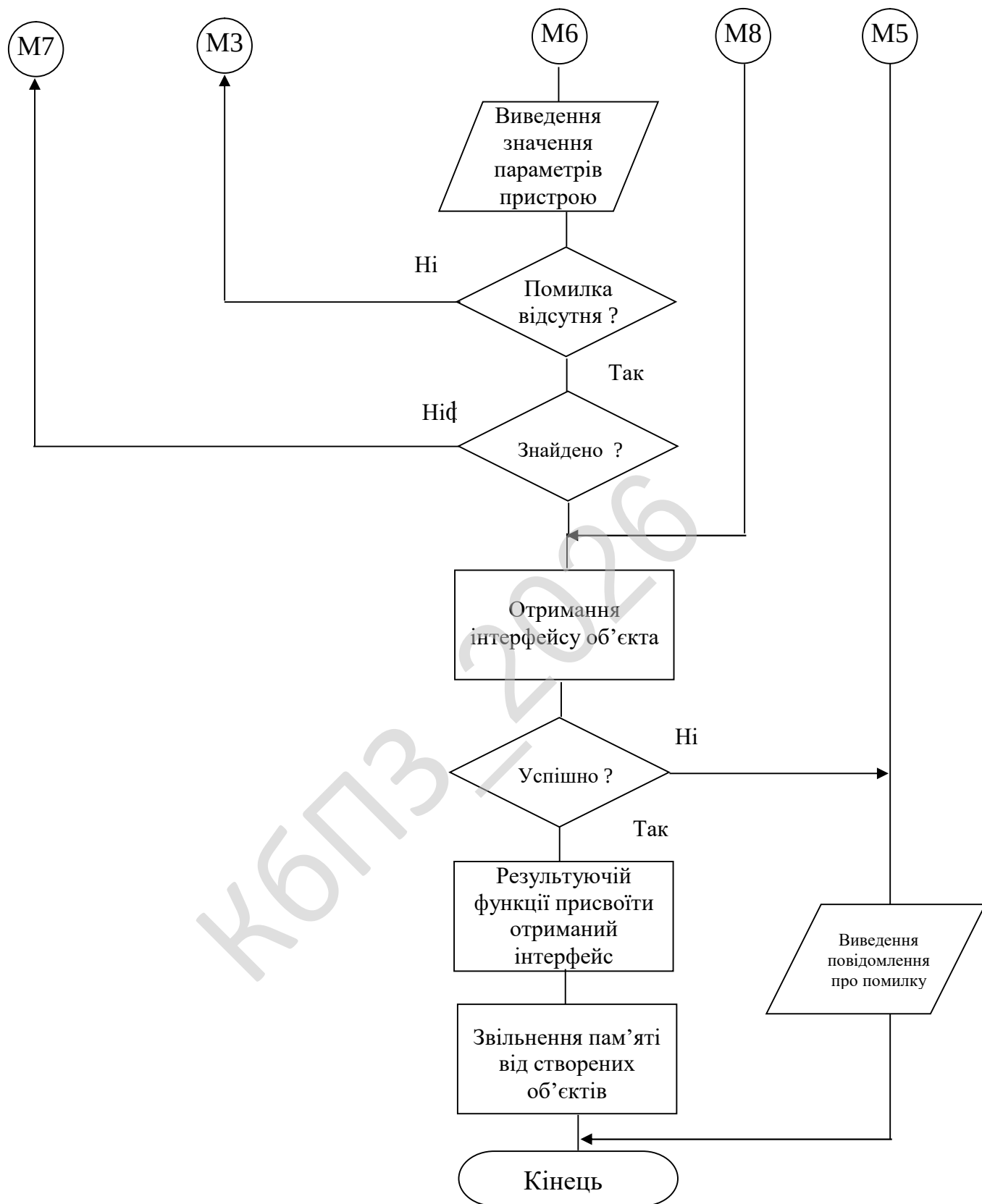


Рисунок 4.4, продовження блок-схеми роботи алгоритму програми переліку пристроїв визначеного класу

- Крок 5: створення переліку пристроїв визначеного класу. Перехід на крок 6.

- Крок 6: якщо перелік створений – перехід на крок 7, якщо ні - виведення повідомлення про помилку і перехід на крок 24.

- Крок 7: якщо кількість пристроїв дорівнює поточному номеру пристрою структури – перехід на крок 8, якщо ні виведення повідомлення про помилку і перехід на крок 24.

- Крок 8: визначення необхідності для роботи переліку пристроїв для захвату відеопотоків. Якщо так – перехід на крок 9, якщо ні – на крок 14.

- Крок 9: одержання інтерфейсу сховища, яке утримує об'єкт, що ідентифікується монікером. Перехід на крок 10.

- Крок 10: якщо інтерфейс одержаний – перехід на крок 11, якщо ні – виведення повідомлення про помилку і повернення на крок 7.

- Крок 11: читання властивостей обраного пристрою. Перехід на крок 12.

- Крок 12: якщо властивості обраного пристрою одержані в повному обсязі – повернення на крок 7, якщо ні – перехід на крок 13.

- Крок 13: додавання назви (кадра) пристрою в перелік пристроїв. Повернення на крок 8.

- Крок 14: якщо необхідно одержати перший пристрій і вказати ім'я цього пристрою – перехід на крок 15, якщо ні – перехід на крок 20.

- Крок 15: отримання інтерфейсу сховища, яке утримує об'єкт, ідентифікований монікером. Перехід на крок 16.

- Крок 16: якщо об'єкт отриманий без помилок – повернення на крок 7, якщо помилка є – перехід на крок 17.

- Крок 17: читання значення властивостей пристрою (об'єкта). Перехід на крок 18.

- Крок 18: якщо помилка відсутня – перехід на крок 19, якщо є – виведення повідомлення про помилку і повернення на крок 7.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

- Крок 19: продовження пошуку, якщо не співпадають імена пристроїв (об'єктів). Якщо об'єкт знайдено – перехід на крок 20, якщо ні – повернення на крок 14.

- Крок 20: використовуючи монікер, зв'язуємося з об'єктом, який він ідентифікує, і отримаємо потрібний інтерфейс об'єкта. Перехід на крок 21.

- Крок 21: якщо інтерфейс отримано – перехід на крок 22, якщо ні – виведення повідомлення про помилку і перехід на крок 24.

- Крок 22: присвоєння результуючій функції отриманого інтерфейсу. Перехід на крок 23.

- Крок 23: звільнення пам'яті від створених об'єктів. Перехід на крок 24.

- Крок 24: кінець роботи програми.

Для організації роботи з переліком пристроїв були використані наступні інтерфейси:

- IMoniker – дозволяє одержати покажчик на об'єкт, який ідентифікується монікером, чи одержати доступ до сховища властивостей об'єктів;

- IEnumMoniker – був використаний для перерахування монікерів;

- ICreateDevEnum – необхідний при створенні об'єкта перерахування вказаної категорії пристроїв;

- IPropertyBag – надання доступу до колекції властивостей об'єкта.

На початку було створено об'єкт з інтерфейсом ICreateDevEnum для перерахування вказаної категорії пристроїв:

```
function CreateClassEnumerator (  
    const clsidDeviceClass: TGUID           //ідентифікатор класу категорії  
    пристрою  
    outppEnumMoniker: IEnumMoniker; //адреса змінної, яка одержить  
    інтерфейс перерахування монікерів IEnumMoniker  
    dwFlags: DWORD): // бітова комбінація  
    прапорців, які задають режим даного методу. До бітової комбінації прапорців  
    віднесені наступні:  
    CDEF_DEVMON_CMGR_DEVICE - перерахування відеопотоків, які використовують  
    менеджери стиснення відео;  
    CDEF_DEVMON_FILTER - перерахування власних фільтрів DirectShow;  
    CDEF_DEVMON_DMO - перерахування об'єктів Directx Media Objects;  
    CDEF_DEVMON_PNP_DEVICE - перерахування пристроїв Plug-and-Play.
```

При завданні нульового значення будуть перераховані всі фільтри, які попадають в дану категорію. Потім, за допомогою інтерфейса IEnumMoniker, був організований цикл перебірки усіх монікерів:

```
function Next
    celt:Longint //число монікерів, що повертаються
    out elt; //змінна, в яку буде занесене посилання на відповідний монікер
    pceltFetched: Plongint): //по завершенню роботи ця змінна буде
утримувати реальну кількість монікерів
```

В інтерфейсі IMoniker, який забезпечує доступ до об'єкта/сховища властивостей, було використано два методи. Це метод одержання інтерфейса сховища:

```
function Bind To Storage (
    const bc: IBindCtx; //покажчик на інтерфейс IBindCtx. В нашому
випадку - NIL
    const iid: TIID; //унікальний ідентифікатор інтерфейса
виклику, покажчик на який занесемо в vObj
    out v Obj): // адреса покажчика, в яку буде занесений
інтерфейс, що розшукується
```

та метод одержання необхідного інтерфейса, який ідентифікується номером об'єкта:

```
function Bind To Object(
    const bc: IBindCtx; //покажчик на інтерфейс IBindCtx. В нашому
випадку - NIL
    const mk ToLeft: IMoniker; // якщо використовується сполучений монікер, то
значенням буде монікер, який стоїть зліва від поточного монікера. В нашому випадку
- NIL
    const iidResult: TIID; //посилання на ідентифікатор інтерфейса,
який буде одержано для зв'язку з об'єктом, що ідентифікується монікером
    out v Result); //адреса покажчика, в яку буде
занесений інтерфейс, що розшукується
```

Отже, реалізацію механізму захвату відеопотоків на основі використання підсистеми DirectShow ОС Windows закінчено. В наведених основних модулях та процедурах програмного забезпечення підтримується принцип інформативності, а саме: надання користувачеві інформації про виконання встановлених перевірок та результати роботи окремих програм та підпрограм, надання в разі необхідності теоретичних відомостей щодо принципів її роботи, необхідних для роботи технічних параметрів, тощо. Інформаційні повідомлення в процесі роботи

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

системи виводяться на екран монітора чи роздруковуються (по бажанню користувача).

Отже, обсяг завдань, регламентованих ТЗ та постановкою задачі, виконаний в повному обсязі. Основні етапи розробки ПЗ системи включають:

- розробку структурної і функціональної схем системи для визначення та обґрунтування вибору структурних частин програмної моделі ті їх функцій;
- розробку системи відповідно до принципів та методики реалізації систем аналогічного класу;
- теоретичне обґрунтування розробки основних рішень побудови програмної моделі та виконання необхідних розрахунків;
- розробка алгоритмів та ПЗ системи;

Розроблене ПЗ має модульну структуру, що забезпечує виконання системою принципів мобільності та адаптивності і цілком дієспроможне. Про це свідчать результати проведеної дослідної експлуатації.

Розроблено досить потужну систему з додержанням усіх вимог до систем даного класу, яка в подальшому може вдосконалюватись шляхом введення нових функцій – сервісних та робочих і елементів штучного інтелекту.

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Стрімкий розвиток програмування – невід’ємна частина сучасного рівня розвитку технологій. ПЗ давно сформувалось як конкурентоспроможний повноцінний продукт, що звичайно ж призвело до створення ринку, на якому можна продати чи придбати комп’ютерні програми. Саме тому виникла необхідність регулювати відносини між правовласниками програмних продуктів.

Основною проблемою, яка пов’язана зі специфікою комп’ютерної програми як об’єкту авторського права, на даний час є нелегальне розповсюдження та використання “піратських копій” ПЗ, що порушує права

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

власників. Саме тому необхідно створити повноцінний захист інтелектуальної власності, особливо зважаючи на виклики воєнного стану в Україні,

Повноцінний захист інтелектуальної власності в Україні під час воєнного стану базується на спеціальному законодавстві, яке адаптувало процедури до умов війни, забезпечуючи безперервність охорони прав, а також на активному використанні електронних інструментів. З цілком зрозумілих причин, в нашому випадку автору не доступні засоби технічного захисту ПЗ, аспекти використання організаційного та юридичного захисту. Тому, дбаючи про свої права, автор виконав захист розробленого ПЗ на програмному рівні, використавши для цього методику парольного доступу.

На початку роботи користувачу пропонується ввести пароль для порівняння з еталоном пароля, який знаходиться в базі даних. Якщо введений пароль співпадає з еталоном – користувач одержує право входження в систему, якщо ні – система буде заблокованою для його подальшої роботи.

Такого ступеня захисту цілком достатньо на етапі введення системи в промислову експлуатацію.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Впровадження в промислову експлуатацію розробленої автоматизованої системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту спряжене з виконанням досить значного обсягу робіт, який вимагає сумісної участі спеціалістів організації-замовника і розробника.

Розроблена система може бути впроваджена в промислову експлуатацію:

- на будь-якому об'єкті незалежно від сфери діяльності та форми власності, який організовує, приймає, відправляє чи контролює рух автомобільного транспорту;

- в якості підсистеми увійти до складу більш потужних систем, які використовують моніторинг трафіку автомобільного транспорту в якості вхідної інформації.

Впровадження в промислову експлуатацію розробленої системи відеоспостереження за рухом автомобільного транспорту - це комплексний процес, що передбачає перехід від етапу розробки та тестового функціонування до постійної роботи з фіксацією та обробкою даних у реальних умовах. Основні етапи впровадження охоплюють:

1. Підготовчий етап та технічна перевірка:

- Монтаж обладнання: встановлення камер, відеореєстраторів, серверів та мережевого обладнання на ділянках автодоріг, постах чи в місцях в'їзду-виїзду автомобільного транспорту.

- Тестування працездатності: перевірка цілодобового запису, роботи аналітики (детекція руху, розпізнавання номерних знаків), якості відео, зокрема - в нічний час..

- Забезпечення інфраструктури: налаштування автономного електроживлення (при необхідності) та постійного інтернет-з'єднання.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

2. Забезпечення юридичної та безпекової відповідності:

- Захист даних: введення в дію комплексної системи захисту інформації (КСЗІ), особливо якщо система фіксує конфіденційні дані або впроваджується в державному секторі.

- Інформування: розміщення інформаційних повідомлень про ведення відеофіксації.

- Розробка внутрішньої документації: створення Положення про систему відеспостереження, наказів про призначення відповідальних осіб.

3. Дослідна (тестова) експлуатація:

- Фокус-група: проведення тестового моніторингу, перевірка коректності роботи ПЗ, виявлення помилок у розпізнаванні.

- Налаштування системи: налаштування автоматичного сповіщення, виведення зображень на монітори користувачів.

4. Введення в промислову експлуатацію:

- Підписання акту введення в експлуатацію: оформлення документа, що засвідчує перехід від тестування до постійної роботи, згідно з технічними вимогами.

- Інвентаризація: відкриття інвентарної картки обліку об'єкта (якщо система встановлюється як основний засіб).

- Фінальне налаштування сховища даних для забезпечення функціоналу зберігання відеоархіву (наприклад, 14-30 днів).

5. Подальша експлуатація та масштабування:

- Навчання персоналу: підготовка операторів для роботи з ПЗ.

- Технічне обслуговування: регулярна перевірка камер, очищення оптики, оновлення програмного забезпечення.

- Масштабування: розширення системи за потреби.

Для систем, що застосовуються на об'єктах підвищеної небезпеки, під час воєнного стану може діяти декларативний принцип введення в експлуатацію.

Монтаж системи відеоспостереження включає планування розміщення

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

відеокамер і датчиків, вибір відеокамер, реєстраторів й інших компонентів, а також сам монтаж, прокладення кабелю і налаштування приладів.

Перед встановленням треба врахувати декілька важливих чинників: особливості території, яку треба охороняти, дротяна або безпроводна мережа, кількість камер, їх види (аналогова або цифрова), потреба у відеоспостереженні вночі й так далі. Важливі усі нюанси.

Середовище передачі захвачених кадрів від системи відеоспостереження до пристроїв запису (відеореєстраторів) або моніторів складається з фізичних кабелів ("вита пара", коаксіальний кабель, волоконно-оптичний кабель) або бездротових технологій (Wi-Fi), що забезпечують передачу відеосигналу та живлення. Для стабільної роботи системи також застосовуються приймачі та передавачі відеосигналу по витій парі, особливо коли відстань між камерою та реєстратором перевищує 300 метрів.

Фактори, що впливають на вибір середовища:

- Тип камери: IP (вита пара, Wi-Fi) або аналогова (коаксіал).
- Відстань: Понад 300 метрів вимагає спеціальних рішень для уникнення перешкод.
- Живлення: PoE інжектори можуть передавати живлення разом із даними по витій парі.
- Споживання трафіку: Роздільна здатність камери (наприклад, 4Мп)

Камери треба встановлювати так, щоб охопити усю територію, яка підлягає контролю. Відеоспостереження може бути на парковці й біля пропускних пунктів, щоб контролювати відвантаження сировини, перевіряти збереження продукції. Під контролем можуть знаходитися склади, господарські й адміністративні приміщення, контрольно-перепускні пункти і територія біля підприємства.

В якості прикладу працездатності системи та забезпечення нею виконання функцій згідно ТЗ, наводимо скріншоти, одержані в процесі дослідної експлуатації системи (рисунок 5.1, рисунок 5.2, рисунок 5.3, рисунок 5.4).

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

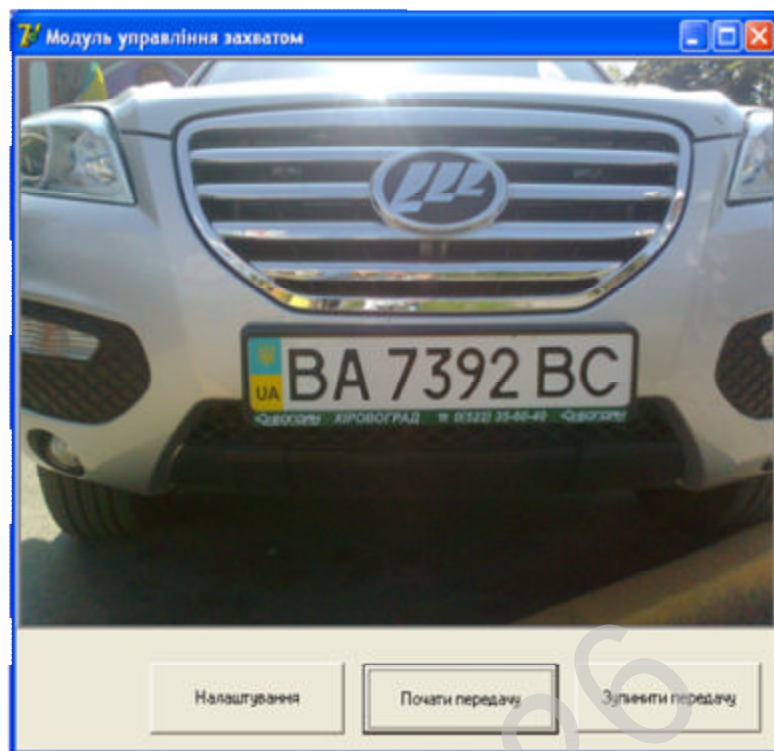


Рисунок 5.1 – Скриншот вікна модуля управління відеозахватом

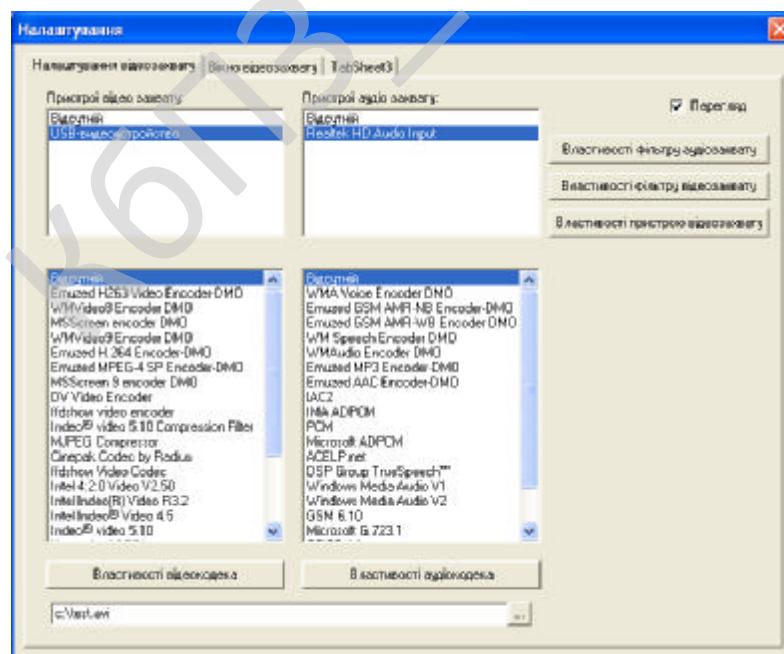


Рисунок 5.2 - Скриншот вікна налаштування відеозахвату

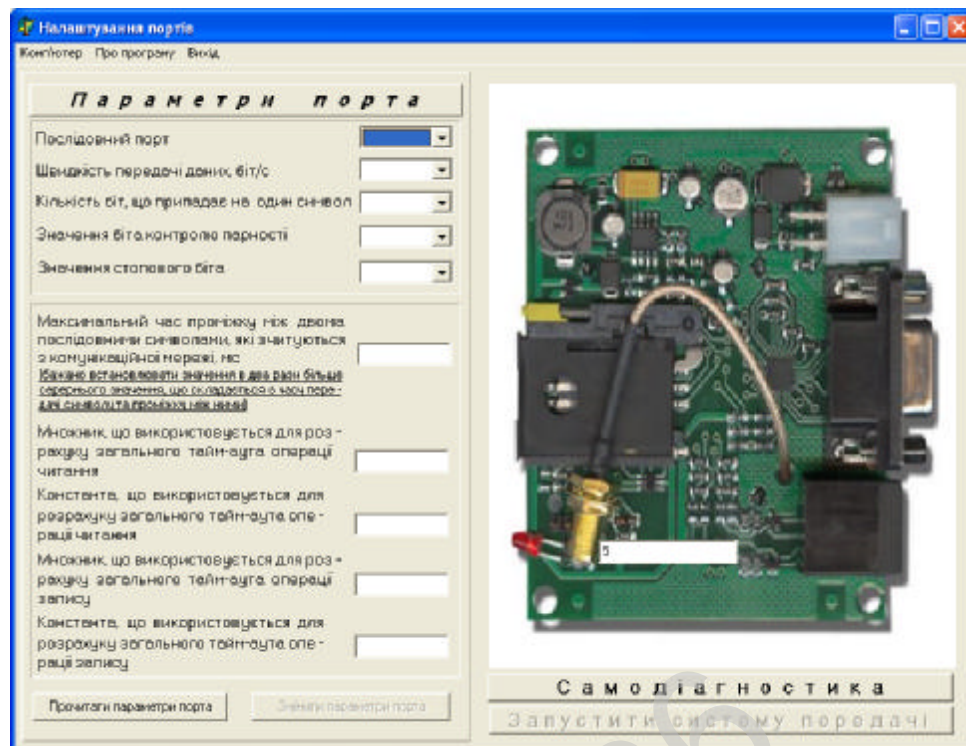


Рисунок 5.3 - Скриншот вікна модуля роботи з COM - портом

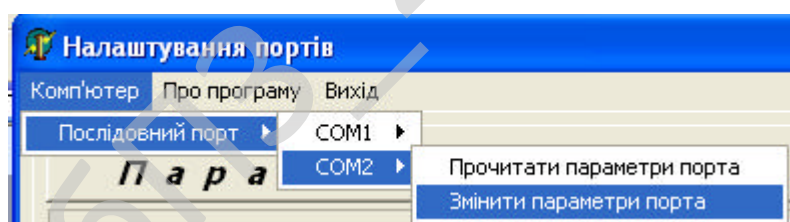


Рисунок 5.4 - Скриншот вікна модуля роботи з COM - портом: командне меню форми налаштувань

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, розроблене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначене для автоматизованої системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow OC Windows та API-функцій.

Вітчизняні розробки програмних систем аналогічного класу та спрямування в межах України представлені не в достатній мірі, хоча на сьогодні це питання є надзвичайно актуальним.

Виконання завдання на розробку ПЗ системи полягало у вирішенні наступних задач:

- проведення огляду наявних на світовому ринку програмних продуктів систем - аналогів аналогічного класу та спрямування щодо теми ВКРБ;
- дослідження механізму цілодобового захвату і запису відеоданих обраного сектору відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow OC Windows та API-функцій;
- виконання на основі отриманих результатів досліджень програмної реалізації автоматизованої системи відеоспостереження руху автомобільного транспорту на основі використання елементів бібліотеки DirectShow OC Windows та API-функцій.

Розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі цілодобового відеоспостереження обраного сектору автомобільного трафіку з захватом, записом і передачею захвачених даних по таймеру на сервер вищого рівня,

Розроблена система є:

- апаратно невибагливою, що дає можливість працювати як на одному, окремо взятому ПК, так і на складній комбінації ПК локальних мереж;

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

- дозволить зберегти раніше зроблені капіталовкладення при переході на більш продуктивний варіант апаратної платформи;
- забезпечує можливість роботи в режимі реального часу;
- забезпечує обмін даними з іншими ПК КМ;
- надійно захищена від несанкціонованого доступу;
- має прийнятну вартість для мінімальної конфігурації комплексу технічних засобів і можливість використання обладнання, відповідного сучасним технічним досягненням.

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні і не потребує особливих спеціальних знань.

В якості середовища розробки ПЗ системи використане середовище швидкої розробки Delphi. Це одне з найбільш потужних візуально об'єктно-орієнтованих середовищ програмування, яке дозволяє на найсучаснішому рівні створювати розгалужені програмні комплекси, призначені для роботи в комп'ютерних мережах та в мережах Інтернет. Дана мова програмування дозволила ефективно обробити дані для системи та мінімізувати терміни розробки ПЗ. Розроблене ПЗ працює під керуванням ОС Windows.

Проведена в рамках ТЗ дослідна експлуатація системи показала, що вона цілком дієздатна та, завдяки наявності режиму HELP і україномовного графічного інтерфейсу користувача, дуже проста для сприйняття, хоча і вимагає від користувача певного рівня базової комп'ютерної грамотності.

Надаються необхідні рекомендації з установки розробленого ПЗ, проведення дослідної експлуатації та подальшої промислової експлуатації.

В цілому, розроблене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення, маючи модульну структуру побудови, має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Axelrod. Complete Guidance, to Check Automation: Technique, Practices, and Standards for Building and Support of Effective Projects / of Software. Axelrod: Apress, – 2018. - 588 p.
2. Toledo T., Beinhaker R. Evaluation of the potential benefits of advanced traveler information systems// Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations. Vol. 10(4), 2006. – 173-183 p.
3. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., & Chernii, V. Improving the efficiency of the road organization traffic at an unregulated crossroads. Transport Development, 2021, (1(8)), – 125-134 p.
4. . Rozhko N, Plekan U., Tson O., Matviishyn A. Digitalization of truck companies: current challenges and development prospects // Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. – 2022. – Col.6(37). – 208-214 p.
5. Kumar A., Jaiswal J., Tiwari N. Blind Spot Monitoring System Using Ultrasonic Sensor. International Conference on Disruptive Technologies (ICDT). 11-12 May. 2023. Greater Noida, India. – 30-35 p.
6. Yang Z. Research on Causes of Rear-End Collision and Behavior of Avoiding Collision Based on Deep Data Analysis : Ph.D. Thesis, Northeast Forestry University. Harbin, China, 2021. – 118-127 p.
7. Cicchino J.B., Zuby D.S. Characteristics of rear-end crashes involving passenger vehicles with automatic emergency braking. Traffic Inj. Prev. 2019. Vol.20, No 1. – 112–118 p.
8. Fanca A., Puscasiu A., Folea S., Vălean H. Trauma accident detecting and reporting system. In Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR). 24–26 May 2018. Cluj-Napoca, Romania. 2018. – 1–5 p.

9. Balasubramanian V., Otoum S., Aloqaily M., Y. Jararweh Y. Low-latency vehicular edge: A vehicular infrastructure model for 5G. Simul. Model. Pract. Theory, 2020. Vol. 98, No 7. – 119-132 p.
10. Gilly K., Filiposka S., Alcaraz S. Predictive migration performance in vehicular edge computing environments. APL Sci. 2021. Vol. 11, No 3. – 944 p.
11. Samani A., Sabyasachee M., Kakan D. Assessing the effect of long-automated driving operation, repeated take-over requests, and drivers' characteristics on commercial motor vehicle drivers' driving behavior and reaction time in highly automated vehicles. In Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour. 2022. Vol. 84, No 8. – 239-261 p.
12. Batyrgareieva V. S., Shramko S. S., Samoilova O. M. Mortality and injury in Ukraine as a result of traffic accidents in measuring of public health: to the analysis of social–legal and criminological problem. Wiadomości Lekarskie. Vol. LXXIV. Is. 11. Part 2. November 2021. – 2870-2876 p.
13. Richards M. Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach / M. Richards, N. Ford. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2020. – 432 p.
14. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language / M. Fowler. – Boston: Addison-Wesley Professional, 2018. – 191 p.
15. Rumbaugh J. UML 2.0. Object-Oriented Modeling and Design with UML / J. Rumbaugh, M. Blaha. – London: Pearson, 2012. – 496 p.
16. Lamdakkar O., Ameer I., Mbarek Eleyatt M., Carlier F., Ait Ibourek L. Toward a modern secure network based on next-generation firewalls: recommendations and best practices. Procedia Computer Science. Vol. 238. 2024. – 1029–1035 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.130>.
17. . Aho A.V., Hopcroft J.E., Ullman J.D. Data Structures and Algorithms. – Pearson, 2001. – 620 p.
18. Beller M., Gousios G., Panichella A., Proksch S., Amann S., & Zaidman A. (2017). Developer testing in the ide: Patterns, beliefs, and behavior. IEEE Transactions on Software Engineering, 45(3), – 261-284 p.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

19. Stamp M. Information Security: Principles and Practice, 2nd ed. Wiley-IEEE Press, 2011.- 121 p.
20. Knuth D. Art of Computer Programming, Vol. 2: Seminumerical Algorithms 3rd Edition, Kindle Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 672 p.
21. Knuth D. The Art of Computer Programming, Vol. 1: Fundamental Algorithms, 3rd Edition 3rd Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 672 p.
22. Динамічна відеофіксація транспортних засобів для системи моніторингу дорожнього руху у мегаполісі / N. Kuchuk та ін. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. 2022. Т. 2. – 55–58 с
23. Моніторинг дорожньої обстановки: Навчальний посібник / В.Ф. Ступак, В.В. Задорожний, В.В. Яковчук – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020 – 128 с.
24. Кір'янов О. Ф., Мороз М. М., Бойко Ю. О. Інформаційні технології на автомобільному транспорті : навч. посіб., Кременчуцький нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. Харків : Дркарня Мадрид, 2015. 270 – с.
25. Краснодемський В. Безпека на дорозі – проблема національна. Голос України. Київ, 11.05.2011, – с. 5
26. Безвідний В.В. Ідентифікація транспортних засобів за допомогою відеокамер. Збірник наукових праць за матеріалами II Міжнародної науково-практичної конференції «Комп'ютерні технології і мехатроніка», Харків, ХНАДУ, 2020, – 198-201 с.
27. Симбірський Г.Д. Аналіз методів виявлення аномалій у відеоряді камер відеоспостереження на транспорті. Вісник ХНАДУ, зб. наук. праць, Харків, ХНАДУ, 2022, № 98, – 26-37 с.
28. Стрельнікова І.А., Артемова Ю.А. Супутникові системи навігації і моніторингу транспорту // Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології. Електронне наукове фахове видання. – Харків, 2013.-№;-с. 56-63.Алтуєв М. Перспективи розвитку цифрового CCTV. Думки фахівців // Алгоритм Безпеки. – 2004. – № 5. - 57с.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

29. Аулін В. В., Гриньків А. В. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2020. – 428 с.

30. Парасюк В. М., Демків Р. Я., Когут В. М. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. – 340 с.

31. Захарченко А. М., Алфьоров С. М. Щодо обмеження руху транспортних засобів в умовах воєнного стану. Безпека дорожнього руху в умовах воєнного стану: матер. Всеукр. Наук.-практ. онлайн-конф. (в автор. ред.), (м. Кривий Ріг, 27 трав. 2022 р.). Кривий Ріг: Донецький державний університет внутрішніх справ, 2022. – 55-57 с.

32. Печук І. С. Кримінально-правова характеристика суб'єкта злочину в складі порушення правил безпеки дорожнього руху або експлуатації транспорту особами, які керують транспортними засобами в Україні. Право і суспільство. 2015. № 1. – 224–230 с.

33. Батиргареева В. С. Дорожній рух у прифронтовому регіоні: виклики воєнного стану. Безпека дорожнього руху в умовах воєнного стану: матеріали Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції (в авторській редакції), (м. Кривий Ріг, 27 травня 2022 року). Кривий Ріг, 2022. 148 с. Моніторинг дорожньої обстановки: Навчальний посібник / В.Ф. Ступак, В.В. Задорожний, В.В. Яковчук – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020 – 128 с.

34. Динамічна відеофіксація транспортних засобів для системи моніторингу дорожнього руху у мегаполісі / N. Kuchuk та ін. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. 2022. Т. 2. 55–58 с.

35. О.М. Поліщук, В.В. Гурін – К.: Національний технічний університет Моніторинг інтенсивності руху на дорогах: Навчальний посібник / В.М. Мельник, України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", 2022 – 108 с.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

36. «Про Стратегія інформаційної безпеки України» Указ Президента України: Стратегія від 28.12.2021 № 685/202. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/685/2021#Text>.

37. «Про Стратегію національної безпеки України» Указ Президента України: Стратегія від 14.09.2020 № 392/2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020#Text>.

38. Новіков Ф.А. Навчально-методичний посібник з дисципліни Технологічні підходи до розробки програмного забезпечення/ Ф.А. Новіков. – СПб.: СПбГУ ІТМО, 2007. – 137 с.

39. Гагаріна Л. Технології розробки програмного забезпечення: навчальний посібник / Л. Гагаріна, Є. Кокорєва, Б. Віснадул. – М.: ВБ «ФОРУМ»: ІНФРА-М, 2008. – 400 с.

40. Безменов М. І. Основи програмування у середовищі Delphi: навч. посіб. – Харків: НТУ «ХП», 2010. – 608 с.

41. Короткий курс програмування в середовищі Delphi (для студентів заочної форми навчання спеціальності 7.050201 “Менеджмент організацій” спеціалізації “Інформаційні системи в менеджменті”). Укл. Г.А. Мірошніченко. - Харків: ХНАМГ, 2004. - 81 с.

42. Сопілко І. М. Інформаційна безпека та кібербезпека: порівняльноправовий аспект// Юридичний вісник Повітряне і космічне право. – Київ: НАУ, 2021. – № 2(59). – 110-115 с.

43. Галіпчак В. Інформаційна війна як складова гібридної війни в умовах російської агресії. Вісник Прикарпатського університету, 2023. Вип. 15. – 26-32 с.

44. Чмир Я. Сучасні проблеми інформаційної безпеки України та перспективні напрями їх вирішення». Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Політичні науки та публічне управління, 2022. №2(62). – 149-154с.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

45. Коваленко О.В. Моделі та методи розроблення програмного забезпечення комп'ютерних систем для підвищення безпеки даних: монографія / О.В. Коваленко // К.: Вид. «КОД» – 2019. – 305 с.

46. Коваленко А.В. Методи якісного аналізу і кількісної оцінки ризиків розробки програмного забезпечення / А.В. Коваленко, А.А. Смирнов // Інформаційні технології в управлінні, освіті, науці і промисловості: монографія / Під редакцією професора В. С. Пономаренко. - Х.: Видавець Рожко С. Г., 2016. - 566 с.

47. Коваленко А.В. Розробка методу управління ризиками розробки програмного забезпечення / А.В. Коваленко, А.А. Смирнов // Інформаційні технології : проблеми та перспективи : монографія / За загальною редакцією В. С. Пономаренка. - Х.: Видавець Рожко С. Г., 2017. - 447 с.

48. Коваленко О.В. Методи якісного аналізу та кількісної оцінки ризиків розроблення програмного забезпечення/ О.В. Коваленко // Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 3 (49). – Полтава: ПолтНТУ. – 2018. – С. 116-125.

49. Коваленко О.В. Методи та засоби управління безпекою додатків / О.В. Коваленко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. №4, 2018. – С. 41-44.

50. Коваленко О.В. Розробка інформаційної технології передтестової компіляції та розподілу доступу / О.В. Коваленко // Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 4 (50). – Полтава: ПолтНТУ. – 2018. – С. 115-119.

51. Коваленко О.В. Аналіз та дослідження інформаційних технологій розробки програмного забезпечення/ О.В. Коваленко // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 29 (68) № 5, 2018. – С. 131-137.

					ВКРБ-123.26.0015.00.00. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89