

3. ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

3.1. Інформаційне та телекомунікаційне забезпечення контролю автомобільних доріг

Підвищення безпеки руху, швидкості, комфортності та економічності перевезень пасажирів і вантажів автомобільним транспортом, поліпшення транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг, мостів, забезпечення планомірного розвитку мережі автомобільних доріг залежить від достатньої інформованості учасників дорожнього руху. Тому поліпшення технічних показників, підвищення конкурентоспроможності автомобільних доріг, сприяння соціально-економічному та екологічно збалансованому розвитку транспортного комплексу пов'язане з ефективним моніторингом автомобільних доріг, що повинен бути основним джерелом достовірних відомостей про стан шляхів сполучення на місцевому, регіональному та державному рівні. Однією з таких вимог є реєстрація та обробка даних про стан автомобільних доріг у реальному часі та забезпечення їх ремонту.

Мета діагностики й оцінки стану доріг полягає в отриманні повної, об'єктивної і достовірної інформації про транспортно-експлуатаційний стан доріг, умови їх роботи, а також ступінь відповідності фактичних технічних властивостей дороги, їх параметрів і характеристик вимогам безпеки руху. Результати діагностики й оцінки стану доріг повинні служити надійною інформаційною базою для вирішення управлінських завдань двох рівнів [28]:

- визначення й оцінка технічного рівня, транспортно-експлуатаційного стану, технічних властивостей автомобільних доріг, ступеня відповідності фактичних технічних властивостей, параметрів та характеристик вимогам безпеки руху;

- прийняття управлінських рішень щодо визначення першочергових заходів з удосконалення відповідних ділянок автомобільних доріг на підставі раціонального використання фінансових ресурсів і матеріально-технічних засобів.

Таким чином, метою моніторингу є одержання повної й об'єктивної інформації про транспортно-експлуатаційні властивості автомобільних доріг, умови їх роботи і ступеня відповідності фактичних споживчих якостей вимогам автомобільного руху. Традиційна оцінка поверхні автомобільної дороги щодо рівності або коефіцієнта зчеплення, практично повторюється у нових сучасних пристроях та приладах.

Методика оцінювання та діагностування експлуатаційного стану автомобільних доріг є складовою загального і спеціального інформаційного забезпечення, яке входить до інформаційної інфраструктури транспортного комплексу. Інформаційна дорожня інфраструктура, до якої входять інструментальні засоби спостереження за станом автомобільних доріг, залежить і підпорядковується структурі телекомунікаційних зв'язків комп'ютерних систем, що забезпечують інформаційні послуги. Їх основний компонент – телематика. Наслідком цього є необхідність застосування синергетичного підходу до вирішення проблем спо-

стерезення підсистем, ланок та елементів автомобільних доріг. Відмінність синергетичного підходу від звичайного системного полягає у необхідності врахування та використання механізму самоорганізації інформаційного простору транспортних систем, інформаційного рівня обслуговування дорожніх організацій, учасників дорожнього руху, уникнення існуючих негативних явищ: збоїв в організації руху, незадовільного стану шляхів сполучень, нерационального використання коштів, що виділяються на ремонт, експлуатацію та утримання автомобільних доріг і транспортних засобів.

3.2. Мехатронні та телематичні системи автомобільних доріг

Мехатронні системи стали основною частиною дорожніх комплексів. Їх створення та розвиток відповідають процесам удосконалення та оптимізації шляхів сполучення. Стандартизація програмно-апаратних рішень та уніфікація інтерфейсів і протоколів передачі даних ґрунтується на засадах синергетики, телематики та мехатроніки.

Це дає можливість створювати своєрідний ланцюжок від інформаційних приладів окремого автомобіля-лабораторії, систем внутрішньої та зовнішньої телематики пересувної дорожньої лабораторії до потужних комп'ютерних систем на базі локальних обчислювальних мереж дорожніх організацій, органів самоврядування та державних інформаційних систем на усіх рівнях світової глобальної комп'ютерної розподіленої мережі. Загалом слід оцінювати у реальному масштабі часу умови руху автотransпортних засобів на автомобільних дорогах і розробляти інтерактивну дорожню систему реєстрації та візуалізації, накопичення даних про середовище дорожнього руху.

Сучасні інтелектуальні системи дають можливість проводити:

- 1) оцінювання якості автомобільних доріг;
- 2) спостереження за станом автомобільних доріг у реальному масштабі часу;
- 3) обґрунтування опосередкованих методів оцінювання стану транспортно-експлуатаційних параметрів автомобільних доріг;
- 4) програмно-апаратну реалізацію мобільних систем оперативного моніторингу автомобільних доріг з урахуванням досвіду кваліфікованого експерта (дорожнього тестера);
- 5) ведення динамічного автоматизованого банку даних для підготовки керуючих рішень у дорожніх та транспортних організаціях;
- 6) створення інтерактивної системи спостереження за станом автомобільних доріг;
- 7) також дають можливість підвищити:
 - ефективність використання доріг;
 - продуктивність використання автомобілів за рахунок автоматизації технологічних процесів перевезень пасажирів та вантажів;
- 8) знизити рівень ДТП і забезпечити своєчасну ліквідацію надзвичайних ситуацій;
- 9) протидіяти тероризму;

10) покращити екологію та взаємодію з дорожньою інфраструктурою і службами АТП й СТО.

Практичним розвитком моніторингу автомобільних доріг є використання бортових засобів (тестерів), з допомогою яких можна проводити спостереження за станом дорожнього середовища, за іншими учасниками руху, усього транспортного процесу і самого транспортного засобу.

Інтелектуалізація процесу спостереження, створення спеціальної апаратури забезпечують вирішення функціональних завдань оперативної діагностики і нерозривно пов'язані зі схемотехнічними рішеннями у цій сфері та цифровою обробкою даних, а для розробки алгоритмів підготовки рішень на різних рівнях транспортної системи застосовується математичний апарат і методологія штучних нейронних мереж [28]. Саме застосування для моніторингу методології нейронних мереж дозволяє визначити його як інтелектуальний та, відповідно, інтерактивний моніторинг.

Автоматизація та інтелектуалізація як засіб розвитку транспортних систем, використання підходу із застосуванням штучних нейронних мереж (ШНМ) є наступним кроком удосконалення методів управління транспортних систем. ШНМ є досить ефективним апаратом для моделювання складних процесів, що робить доцільним їх застосування для вирішення завдань моніторингу автомобільних доріг (АД), діагностування і прогнозування.

Функціональні завдання такого моніторингу АД показані на рис. 3.1 [28].



Рис. 3.1. Функціональні завдання інтерактивного моніторингу автомобільних доріг

Ці завдання додатково включають:

- визначення видів контрольованих «несправностей» АД, нормативно-технічної документації;
- визначення переліку пріоритетних (граничних) параметрів «несправностей» АД, основних способів і методів їх вимірювання, обробки та збереження;
- систематичне виявлення змін у стані дорожньої мережі та відновлення електронного банку даних паспортизації і/або інвентаризації АД;
- вивчення й оцінка негативних процесів, що впливають на стан АД;
- створення візуальних образів-опису дорожніх мереж;
- аналіз даних контролю за використанням, утриманням АД та експлуатаційних якостей;
- інформаційне забезпечення учасників дорожнього руху, дорожніх організацій про реальні умови виконання транспортних процесів;
- створення бази даних зміни стану доріг (дорожнього одягу, рівності, якостей зчеплення тощо);
- створення автоматизованої інформаційної (геоінформаційної) системи моніторингу АД.

Ведення систем інтерактивного моніторингу доріг повинне здійснюватися за єдиною методикою з дотриманням принципу взаємної сумісності інформації, що ґрунтується на застосуванні єдиної державної системи координат, єдиних класифікаторів, кодів, системи одиниць, вхідних і вихідних форматів.

Для одержання необхідної інформації при здійсненні моніторингу доріг основними методами є:

- наземні спеціальні зйомки і спостереження (прив'язка до конкретної точки траси або ситуації базується на використанні незалежної зовнішньої системи, наприклад, GPS);
- дистанційне зондування;
- сучасний і ретроспективний аналіз даних, отримуваних у результаті інвентаризації доріг, перевірок, обстежень, контрольно-ревізійної роботи.

3.3. Розвиток мехатронних, телематичних та інтелектуальних засобів контролю і діагностування автомобільних доріг

На сьогодні для моніторингу дорожнього середовища створені спеціальні пересувні дорожні лабораторії (ПДЛ), які виконують спостереження за станом автомобільних доріг [28].

Існує декілька технологій та методів оцінювання стану дороги за рівністю, за ковзанням, зчепленням та геометричними параметрами. Практично всі вони передбачають використання інструментальних засобів виконання вимірювань безпосередньо при наближенні спостерігача до відповідної ланки шляху сполучення. У результаті реєструється значення окремих параметрів діагностування. Пересувні дорожні лабораторії обладнані сучасним профілометричним обладнанням для оцінювання рівності дорожнього покриття, лазерними сканерами для оцінювання поперечного профілю дороги, системами відеокomp'ютерного сканування поверхні дорожнього покриття для реєстрації дефектів, системами

GPS для точної прив'язки об'єктів та георадарами для отримання інформації про характеристики шарів дорожнього покриття.

У світовій практиці контролю стану та діагностування автомобільних доріг розроблені потужні інформаційно-вимірювальні системи з високим рівнем автоматизації.

Створені повністю або частково комп'ютеризовані пересувні дорожні лабораторії та спеціальне обладнання (наприклад, ДБК-4, «Мудрец») з використанням GPS-приймача і лазерного сканера та програмного забезпечення дають можливість своєчасно виявити відхилення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг від нормативних вимог, початок руйнування геометрії дороги.

Наведені приклади систем, в яких людина-оператор поєднується з синергетичною системою вимірювання значень транспортно-експлуатаційних параметрів автомобільних доріг є практичною реалізацією інтерактивного моніторингу.

Інтелектуалізація полягає у логічному поєднанні процесів уніфікації та спеціалізації з розвитком систем, що базуються на синергетичному об'єднанні трьох технологій: інформаційної, механічної та електронної.

Це об'єднання базується на застосуванні телекомунікації, комп'ютерних бездротових технологій, уніфікації, стандартизації та синергетики. Телекомунікації та комп'ютерні бездротові технології забезпечують інформаційні послуги – телематику (внутрішню – між пристроями та агрегатами автомобіля та зовнішнім середовищем; зовнішню – між автомобілем та інформаційним простором Інтернет).

Створення єдиного інформаційного простору повинно значно зменшити тривалість поїздки, поліпшити використання матеріальних ресурсів, що виділяються на експлуатацію відповідної транспортної системи, автоматизувати диспетчерське керування наземним пасажирським транспортом на базі стільникового зв'язку CDMA.

Провідні зарубіжні фірми Greenwood Engineering та ROMDAS, що розробляють обладнання для діагностики автомобільних доріг, визначення їх геометрії, рівності, зчипних якостей мають додаткові опції до цього обладнання – відеосистеми. Більшість цих систем можна класифікувати як інтелектуальні, а за місцем людини у процесі реєстрації та обробки даних – як інтерактивні, що працюють у реальному масштабі часу. Програмно-апаратний комплекс «ВИДЕО» (Росія) та інші також використовують сучасні інформаційні, супутникові та лазерні технології.

Безпосередньо у системі інформаційно-комунікаційних технологій інтерактивного моніторингу є така спеціалізована система, яка на основі механізму адаптації та самонавчання в автоматичному режимі враховує постійні зміни середовища руху транспортних засобів, опосередковано оцінює первинні характеристики поверхні дороги, узагальнює отриману інформацію та видає дані про відхилення їх значень від нормативних показників. Вона є своєрідним дорожнім тестером-пробником, відмінною характеристикою якого є можливість використання як на борту пересувної дорожньої лабораторії, так і у складі будь-якого транспортного засобу, транспортної одиниці громадського транспорту.

3.4. Процеси діагностування автомобільних доріг

Особливістю реєстрації даних про стан автомобільних доріг (АД) є застосування супутникової технології. Інтерактивний характер такого спостереження дорожніх даних зумовив як активну участь людини, так і роботу відповідного програмно-апаратного комплексу в реальному часі. Інтерактивний моніторинг АД має різноманітне призначення і може використовуватися як:

- комп'ютеризована система обстеження автотранспортної мережі міста або регіону;
- маршрутний контролер базового транспортного засобу пересувної лабораторії (практично будь-який автомобіль як реєстратор умов руху);
- мобільний діагностичний пункт автоматизованої системи управління експлуатацією автомобільної дороги.

Комп'ютеризовану систему обстеження автотранспортної мережі міста або регіону на основі просторово-часової орієнтації базового рухомого об'єкта. Вона встановлюється на будь-який автомобіль. Це комп'ютеризована система безперервного моніторингу АД. До неї також входить модуль відеоспостереження та телематичний комплекс зв'язку з центром управління проведенням вимірювань (рис. 3.2). Прив'язка результатів оцінки рівності та зчіпних якостей покриттів автомобільних доріг до місця розташування базового транспортного засобу, що відповідає поточному відліку, здійснюється з урахуванням зміни швидкості автомобіля під час вимірювань. Результати вимірювань забезпечать однозначну оцінку автомобільних доріг з точки зору їх рівності, зчіпних якостей покриття дороги та транспортної ситуації (поточна оцінка транспортного потоку – опосередковане вимірювання інтенсивності руху).

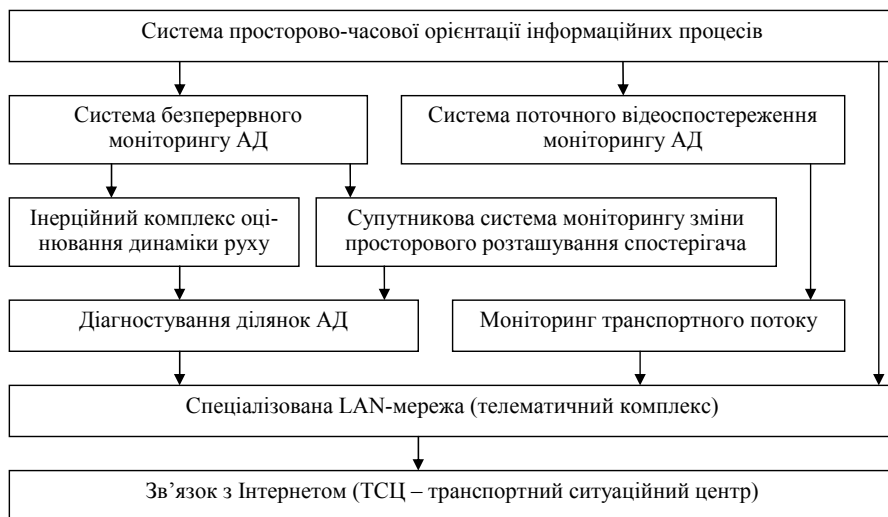


Рис. 3.2. Комплекс технічних засобів інтерактивного моніторингу АД

Вимірювання рівності та зчіпних якостей покриття автомобільних доріг виконується опосередкованими методами. Крім вимірювальних каналів рівності

та зчипних якостей покриття автомобільної дороги, до складу експериментального обчислювального комплексу оцінювання якості покриття на базі портативного комп'ютера входить WEB-відеокамера, що забезпечує демонстрацію відеозображення дорожнього середовища, аудіозапис результатів оцінки оператором-діагностом його сприйняття стану АД.

Процеси реєстрації відповідних даних та їх синхронізація здійснюються за допомогою системи глобального позиціонування Garmin (приймач GPS-сигналів, що з'єднаний з бортовою портативною ЕОМ).

Моніторинг дороги виконується під час реверсивного проїзду ділянок. Одночасно оператор та водій візуально аналізують стан покриття та дорожнього середовища. Прив'язка зареєстрованих даних до точки реєстрації здійснюється шляхом вимірювання моменту часу і координат за приймачем GPS-сигналів. Реєстрація даних у прямому та зворотному напрямках виконується з середньою швидкістю до 85 км/год.

Основним у реєстрації даних, які надходять від супутникової системи GPS, є їх застосування для об'єднання відео- та аудіоінформації, даних про динаміку руху випробувального транспортного засобу пересувної дорожньої лабораторії. Це завдання і задача визначення місця розташування та відповідної точки траси були вирішені шляхом використання таких програмних комплексів, як VisualGPS і GPS Map Explorer. Відмітною особливістю цих програм є орієнтація на приймач GPS-сигналів Garmin.

VisualGPS (програмне забезпечення, що вільно розповсюджується) включає багато потужних особливостей професійних програм. Ця система дає можливість подавати у графічній формі дані у форматі NMEA 0183 та оцінювати точність даних, що реєструються за допомогою GPS-приймача.

Вимоги системи VisualGPS до апаратного забезпечення [28]:

- GPS-приймач з виходом RS-232 і протоколом NMEA 0183;
- операційна система Windows 95/98, WinNT 4.0 або старше;
- процесор 486 100 МГц або старше;
- графічна карта з роздільною здатністю SVGA 800×600;
- 16 Мбайт оперативної пам'яті;
- 6 Мбайт вільного місця на жорсткому диску.

VisualGPS розширює такі NMEA 0183 повідомлення:

- GPFGGA – Global Positioning System Fix Data (найпопулярніше та найбільше використовуване NMEA повідомлення з інформацією про поточне фіксоване рішення – горизонтальні координати, значення висоти, кількість використовуваних супутників і тип рішення);

- GPGSA – GMSS DOP and Active Satellites (загальна інформація про супутники – це NMEA повідомлення містить список супутників, що використовуються у підрахунку позиції та значення геометричних факторів DOPs, які визначають точність підрахунку позиції);

- GPGSV – GNSS Satellites in View (детальна інформація про супутники – це NMEA повідомлення містить детальну інформацію для всіх відслідковуваних навігатором GPS супутників).

Прив'язка даних до конкретної точки траси базується на GPS Map Explorer – програмі, яка дає можливість визначити напрям траси на карті. Це

проста, але потужна програма, що може працювати з GPS-приймачем Garmin. Основне призначення програми – виконання перегляду й аналізу даних про курс, прокладений приймачем навігаційних сигналів. Програма дає можливість завантажувати дані про курс, точки й маршрут безпосередньо з більшості приймачів Garmin GPS, а також передавати ці дані до користувача.

Такий супутниковий комплекс [28] інтерактивного моніторингу та діагностування АД практично дозволяє користувачу виконувати збір та реєстрацію даних про стан автомобільної дороги та передбачає:

- вимірювання рівності та зчіпних якостей покриття автомобільних доріг;
- індикацію результатів вимірювань у масштабі реального часу;
- формування електронного архіву даних вимірювань;
- можливість перегляду ретроспективної інформації;
- можливість керування процесом вимірювань;
- обробку результатів вимірювань;
- автоматичний контроль справності технічних засобів реєстрації даних;
- захист програмного забезпечення та масивів інформації від несанкціонованого доступу.

Реєстрація телематичної інформації. Інтерактивне спостереження (діагностування) за станом автомобільної дороги базується на поєднанні трьох складових. По-перше, реєструються швидкість та прискорення автомобіля за допомогою зовнішньої системи визначення місцезнаходження у просторі і часі; по-друге, ведеться неперервна відеозйомка за допомогою відеокамери (WEB-камери) та цифрового фотоапарата. Третя складова системи – запис коментарів оператора, досвідченого фахівця-діагноста, який сприймає конкретну ситуацію на дорозі.

Саме інтерактивний характер системи передбачає використання досвіду діагноста, який як просто відмічає обстановку на дорозі та в дорожньому середовищі, так і координує процес діагностування. Таким чином, маємо синергетичну систему, у якій поєднано технічну та ергономічну складові. Людина (діагност) стає своєрідним продовженням обчислювального комплексу та активно втручається до автоматизованого знімання даних про рух випробувального автомобіля – дорожньої лабораторії. Основним у такій системі є узагальнення обстановки на дорозі, візуальна оцінка стану її покриття. Слід відмітити, що водій-оператор, який знаходиться за кермом автомобіля, порівняно суб'єктивно сприймає стан ділянки дороги, що аналізується. Однак саме такий суб'єктивізм несе корисну інформацію, що дає можливість прийняти правильне рішення щодо дійсного стану відповідної ділянки. Розглянемо, як поєднувати дії людини з власне телематичними системами та, насамперед, із системою технічного зору (датчиків) та нормативними параметрами контролю стану АД. Результати відеоспостереження повинні бути оцифровані та приведені до вигляду, у якому їх можна переглядати за допомогою звичайного комп'ютера або накопичувача оптичних CD та DVD дисків при проведенні робіт та у разі потреби ретроспективного аналізу стану відповідної ділянки АД.

На екрані монітора демонструється відеозображення (фон) та схема траси з прив'язкою до часу та місця реєстрації даних. Робота з відеоматеріалами не відрізняється від звичайного використання мультимедійних носіїв. Саме оциф-

рована інформація відеоспостереження за станом автомобільної дороги буде займати не більше одного звичайного DVD-диска.

Відмінною особливістю описаного моніторингу є застосування промислових стандартних модулів супутникової системи визначення місця розташування рухомих об'єктів, відеоспостереження, що безпосередньо поєднані з бортовими портативними комп'ютерами через інтерфейс RS-232.

На рис. 3.3 приведена функціональна схема автомобільного бортового обчислювального комплексу телематичної системи автомобіля [28, 29].

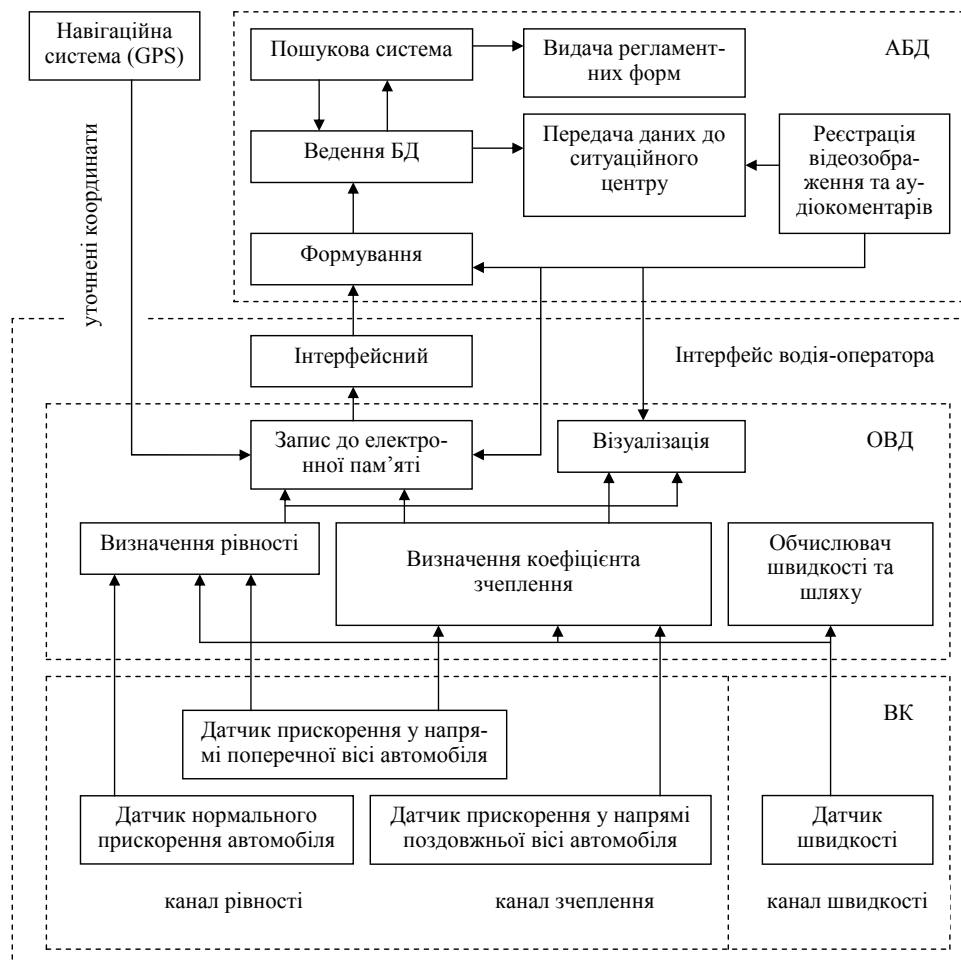


Рис. 3.3. Схема функціональна внутрішньої автомобільної телематичної системи

Окремим рішенням інформатизації роботи усіх дорожніх організацій є створення єдиного ланцюжка – від окремої транспортної машини до єдиного транспортного ситуативного центру. Обладнання автомобілів штучними нейронними мережами та дорожнім тестером-пробником, які можуть працювати й

автономно, дозволить реалізувати ідею своєрідної транспортної матриці. Рухомі одиниці, що обладнані такими ШНМ, можуть бути постійним джерелом інформації про стан автомобільних доріг.

Усі дані передаються до транспортного ситуаційного центру, обчислювальні потужності якого основані на гетерогенних комп'ютерних системах транспортних організацій та складовій інформаційного простору Інтернет.

В основі спеціалізованої ШНМ лежить бортова ЕОМ (ноутбук) і промисловий комп'ютер, що є головною частиною бортової обчислювальної мережі інформаційно-комунікативної технології інтерактивного моніторингу. Апаратна реалізація такого комплексу визначена як інформаційно-комунікаційний центр, призначений для обладнання будь-якого автомобіля.

Загальна схема обігу вихідної та керуючої інформації у підсистемах ІТС для забезпечення контролю за станом доріг показана на рис. 3.4, а структурні компоненти центра керування – на рис. 3.5.

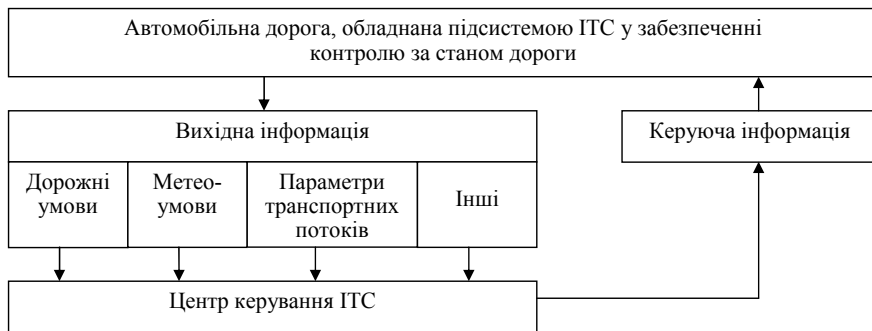


Рис. 3.4. Загальна схема обігу вихідної та керуючої інформації у підсистемі ІТС

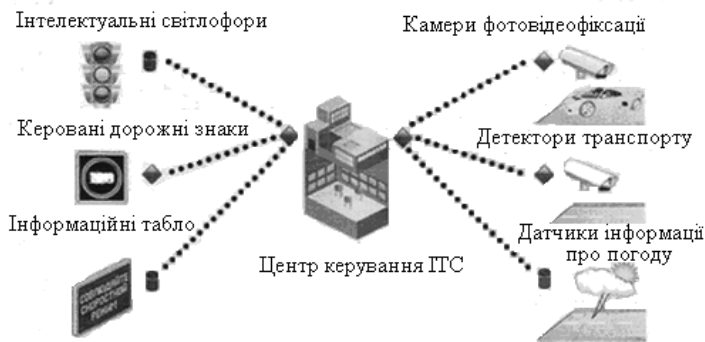


Рис. 3.5. Засоби інформаційного забезпечення контролю дорожніх умов