

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**
Навчально-науковий інститут транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи**

освітній ступінь - магістр

спеціальність – 273 – Залізничний транспорт

спеціалізація – Інтероперабельність і безпека руху на залізничному транспорті

на тему: «Використання формальних методів для забезпечення надійності систем залізничної автоматики»

Виконав: студент групи ІБЗТ-19зм
Сюр О.В.

Керівник: доц. Шворнікова Г.М.

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

Рецензент: Волкова Н.В.

.....
(підпис)

.....
(підпис)

.....
(підпис)

.....
(підпис)

Севєродонецьк – 2021

ВСТУП

Правила ЄС вимагають, щоб європейська залізнична система працювала як єдина система систем. Комерційними драйверами в галузі є цілодобова робота, висока доступність, низька вартість, безпека, підвищена пропускна спроможність, спрощене відновлення після збоїв, низький рівень викидів вуглецю і задоволеність клієнтів. Потяги в ЄС вже давно ходять по всьому європейському континенту, і Комісія ЄС вимагає рівного ігрового поля без бар'єрів для конкуренції.

Раніше основними конкурентами мережі залізниць були інші види транспорту, і для того, щоб залізниця була переважним видом транспорту, галузь повинна пропонувати гарантоване обслуговування від дверей до дверей або від фабрики до пункту продажу в режимі 24/7. Тепер поряд з цим залізниця Європи покликана виступити інтегратором сінхромодальних транспортно-логістичних схем. Для досягнення цієї мети вже існують рішення цифрової сигналізації і зв'язку, що ведуть до автоматичного управління поїздом і автоматизованого технічного обслуговування, щоб збільшити пропускну здатність і скоротити витрати до такого ступеня, що залізничні операції не зажадають субсидій від уряду.

Пропускна здатність в даний час строго обмежена через управління рухом поїздів через систему блоків (ділянки «зарезервованого» шляху, на якому не можуть працювати два потяги). Рухомі блоки покращують це, але автономний зв'язок між поїздами і нові компоненти інфраструктури можуть збільшити пропускну здатність більш ніж на 100% при вартості активів в мільярди євро.

Актуальність теми. Сучасний стан розвитку мікропроцесорних систем управління та забезпечення безпеки руху поїздів характеризується високими вимогами, що пред'являються до надійності, технічної безпеки і кібербезпеки даних систем в умовах, коли цифрова трансформація і завдання підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту наполегливо вимагають

переходу до нових парадигм проектування, тестування, верифікації, валідації та стандартизації для прискорення процесу розробки і впровадження. Передбачається, що при збереженні рівня надійності і безпеки, крайньою мірою, не гірше поточного, має бути забезпечено максимальне використання інноваційних рішень і цифрових інструментів, спрямованих на подальшу автоматизацію систем управління з метою підвищення пропускної спроможності залізниць і продуктивності систем, мінімізації впливу людського фактору і скорочення числа відмов і простоїв. Найважливішими факторами при цьому є забезпечення інтероперабельності (технічної і експлуатаційної сумісності) систем і технологічної незалежності залізничних операторів і власників інфраструктури від розробника / постачальника пристроїв і систем залізничної автоматики.

У зв'язку з цим пошук нових методів підвищення ефективності функціонування систем залізничної автоматики і телемеханіки є чи не найважливішим питанням на сучасному етапі розвитку, що може бути вирішено використанням на всіх етапах життєвого циклу систем формальних методів і автоматизованих засобів проектування, діагностики і моніторингу.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є забезпечення надійності систем залізничної автоматики за рахунок використання формальних методів.

Завдання дослідження:

- виконати аналіз проблем функціонування залізничної автоматики та визначити напрямки їх вирішення;
- розглянути особливості управління перевезеннями в системах залізничної автоматики з використанням інтелектуальних транспортних систем;
- виконати дослідження використання інтелектуальних транспортних систем в Україні та визначити напрямки їх розвитку;
- розглянути технологію використання формальних методів при забезпеченні вимог інтероперабельності ЄС щодо надійності.

Об'єкт дослідження – системи залізничної автоматики.

Предмет дослідження – надійність систем залізничної автоматики.

Дослідницькі прийоми: структурно-аналітичні методи, методи системного аналізу, методи теорії надійності, статистичної обробки даних, математичні методи.

Наукова новизна отриманих результатів:

- проведено розгляд еволюції систем управління і забезпечення безпеки руху поїздів в Європейському Союзі на прикладі Європейської залізничної системи управління (ERTMS).;

- виконано аналіз загальних тенденцій і підходів до проектування, тестування, верифікації, валідації та стандартизації залізничних систем управління;

- розглянуто основні науково-дослідні і дослідно-конструкторські програми розвитку залізничних систем управління ЄС з урахуванням використаних методологічних підходів до забезпечення надійності та безпеки.

Практичне значення отриманих результатів. В умовах цифрової трансформації розвиток сучасних мікропроцесорних систем автоматики на залізничному транспорті передбачає прискорене впровадження цілого ряду інноваційних рішень та широке використання комерційних продуктів (COTS), що в результаті робить системи більш складними і може впливати на показники надійності.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра. Результати роботи доповідались та були схвалені на Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», що відбулася 1-2 грудня 2020 року у м. Рубіжне (Луганська обл., Україна).

Публікації. Євреїмова А.В. Аналіз проблем вдосконалення та розвитку сортувальних систем залізничного транспорту / А.В. Євреїмова, І.В. Сюр, Г.М. Шворнікова // Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник наукових праць науково-практичної конф. 1-2 грудня 2020 р., м. Рубіжне (Луганська обл.) – 2020. - С. 42-46.

1. ПРОБЛЕМИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ У КОНТЕКСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

В даний час в багатьох країнах світу, в тому числі державах Євросоюзу та Україні, зростає розуміння важливості вирішення глобальних проблем транспортних комплексів. Це, перш за все, пов'язано з вимогами підвищення безпеки та ефективності перевезень, з ростом мобільності суспільства, необхідністю зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище та інших. У вирішенні цих проблем найважливіше місце займає створення і використання інтелектуальних транспортних систем (ІТС) [6]. Вони акумулюють і інтегрують передові досягнення сучасних досліджень і розробок в областях телекомунікацій, інформаційних технологій, методів інтелектуальних систем (ІС), супутникових технологій позиціонування, географічних інформаційних систем (ГІС).

В цілому розробка ІТС відповідає тенденціям розвитку інформатизації суспільства, підвищення рівня інтелектуальності систем управління. Зауважимо, що в даний час загальнодержавна транспортна політика багатьох розвинених країн базується на розробці та просуванні інтелектуальних транспортних систем процесів автоматизації. Створення і застосування ІТС служить важливим стимулом для розвитку інноваційних технологій ряду галузей промисловості.

В даний час не вироблено єдине уявлення про інтелектуальні транспортних системах. Часто вони в деякій мірі ототожнюються зі звичайними автоматизованими транспортними системами. Разом з тим важливою особливістю ІТС, що дозволяє виділити такі системи в окремий клас і напрямок досліджень в залізничній науці, є формальний логіко-математичний інструментарій, який використовується для вирішення завдань з позицій загальносистемного підходу до аналізу та управління всіма системами і процесами на залізничному транспорті.

Сучасний залізничний транспорт є надзвичайно складною організаційно-технічною системою, управління якою в даний час практично неможливо в рамках раніше сформованих традиційних підходів. Складність транспортної інфраструктури та її об'єктів (залізничні вузли, станції, транспортні коридори і т.д.) принципово виключає можливість роботи в повністю автоматичному режимі [7]. Ефективне управління такою системою із залученням тільки класичних методів вирішення складних завдань математичного моделювання неможливо, і тут великі надії покладаються на інтелектуальні системи, які поряд з точними математичними моделями використовують дані і знання, накопичені в процесі їх діяльності.

Стосовно до залізничного транспорту метою розробки інтелектуальних транспортних систем (ІТС-ЗТ) є наступне: неухильне виконання вимог щодо забезпечення безпеки перевезень, скорочення рівня впливу на навколишнє середовище, істотне підвищення ефективності виробничої діяльності в цілому.

1.1. Роль транспорту у світовій економіці

Транспорт - одна з найважливіших галузей господарства. Він забезпечує виробничі зв'язки промисловості і сільського господарства, здійснює перевезення вантажів і пасажирів, є основною географічного розвитку праці. Обмін і структура транспортних перевезень, як правило, відображають рівень і структуру економіки, а географія транспортної мережі та вантажопотоків - розміщення продуктивних сил.

У великих промислових агломераціях споруди транспорту займають до 30% всієї площі території, а в великих містах - до 60%. Найбільшу площу займають господарства автомобільного транспорту. Тому в даний час в багатьох країнах у зв'язку з погіршенням екологічної ситуації більше уваги приділяється розвитку залізничного транспорту. У Західній Європі зростає роль річкового транспорту в перевезеннях масових вантажів і контейнерів, зокрема в технологіях, які потребують проміжного зберігання товару [1].

Протягом останніх років відбулося виділення з транспортних компаній самостійних підрозділів транспортної експедиції вантажів. Організація перевізного процесу стала базуватися на довгостроковому контактуванні перевезень і експедиції вантажів між експедиторами і транспортниками. Кон'юнктура сучасного транспортного ринку визначається величезною концентрацією попиту в руках експедитора - операторів перевезень вантажів в змішаних сполученнях. На основі звітних даних залізничного монополіста за європейськими перевезеннями контейнерів «Інтерконтейнер Інтерфріго» 42% вантажів було пред'явлено експедиторами, 15% - портовими агентами, 19% - судовласниками, 16% - вантажовласниками, близько 95% вантажів Західнонімецької авіакомпанії «Люфтганза» становили в 1999 році вантажі експедиторів.

Паралельно з цим за останні 10-15 років відбувалося відділення функцій власності на судна, літаки і рухомий склад від функцій професійного управління ними, що виразилося в появі нової форми дрібного і середнього підприємництва.

Власники транспорту вишуковують способи зниження собівартості перевезень: контейнеромісткість судів вже досягає вісім тисяч одиниць, зростає кубатура контейнерів і автофургонів, збільшується довжина і поверховість платформ. В цілому у транспортній системі це призвело до збільшення пропускної здатності транспортних комунікацій, появи принципово нових транспортних засобів, збільшення їх місткості і швидкості пересування. В даний час вже створені і функціонують нові високошвидкісні технології. Так, інтегрована система «Фастшіб» дозволяє перевозити вантажі контейнеровозами через Атлантичний океан за п'ять діб [3].

Залізничний транспорт, незважаючи на зниження його частки в перевезеннях, як і раніше залишається важливим видом сухопутного транспорту, особливо за обсягом перевезених вантажів (10% світового обсягу). Світова залізнична мережа в цілому склалася ще на початку ХХ століття, її протяжність зараз становить 12,5 млн. км., але розміщена вона нерівномірно [1, 2].

Всі шляхи сполучення, транспортні підприємства і транспортні засоби в сукупності утворюють світову транспортну систему. Вона сформувалася в ХХ столітті і відчуває на собі сильний вплив НТР. Це виражається в «поділі праці» між окремими видами транспорту, збільшенні пропускної здатності транспортних шляхів, появи принципово нових транспортних засобів - наприклад, надшвидкісних поїздів на повітряній подушці і магнітній підвісці, електромобілів і т. д. Величезний вплив на розвиток всіх видів транспорту надала «контейнерна революція», в результаті якої транспортування вантажів здійснюється в спеціальних металевих ємностях - контейнерах. З'явилися також нові транспортні засоби - контейнеровози і спеціальні перевантажувальні станції - термінали. Це дозволило підвищити продуктивність праці на транспорті в 7-10 разів [4].

Світова транспортна система неоднорідна. У загальному вигляді в ній можна виділити транспортні системи економічно розвинених і країн, що розвиваються. На першу з них припадає 78% загальної довжини світової транспортної мережі і 74% світового вантажообігу. Густота транспортної мережі (в найбільшій мірі характеризує забезпеченість нею), в більшості розвинених країн становить 50-60 км. на 100 кв. км. території, а в країнах, що розвиваються - 5-10 км [1].

Поряд з цим в світовій транспортній системі також виділяють кілька регіональних транспортних систем: Північної Америки (на неї припадає близько 30% загальної довжини всіх світових шляхів сполучення), країн СНД, зарубіжної Європи, зарубіжної Азії (підрозділяється на кілька підсистем). Латинської Америки, Австралії, Північної Африки.

Зростання світової торгівлі і міжнародного туризму вимагає величезних інвестицій в транспортні засоби і об'єкти інфраструктури. Розміри цих інвестицій, за прогнозними оцінками Німецького транспортного банку на період до 2010 р оцінюється в 3 трлн. дол.

Глобалізація світової економіки призвела до посилення концентрації виробництва і капіталу в транспортних галузях. В даний час 53% світового

парку контейнеровозів належить 10 судновласницькbv підприємствам, 47% світового контейнерного парку - 9 лізинговим компаніям [5].

Розвиток світової транспортної системи багато в чому пояснюється сучасними тенденціями вдосконалення технології перевезень та систем управління.

Сучасний підхід у розвитку економіки країн Заходу характеризується загальною тенденцією до лібералізації і дерегулювання, що проявляється в приватизації і акціонування підприємств транспортної сфери. До 80-х рр. ХХ ст. серед зарубіжних економістів була поширена думка, що залізниці є найменш придатними об'єктами для приватизації, і основна мережа залізних магістральних доріг перебувала у державній власності. Виняток становили лише США.

Вивчення практики ряду економічно розвинених країн Німеччини, Франції, Японії та ін. показує, що основна магістральна мережа і базова частина основних фондів інфраструктури залишається в основному в державній власності. При цьому приватні перевізні компанії зазвичай орендують залізничні колії, що знаходяться у власності та прямому віданні держави. У США, навпаки, єдиним винятком є пасажирська компанія AMTRAK, яка отримує державні дотації і, не маючи власних залізничних шляхів, використовує шляху приватних компаній на умовах оренди.

Особливістю приватизації на залізничному транспорті є тривалий характер цього процесу, який іноді розтягується на десятиліття.

Приватизація залізниць в Європі пов'язана із загальною економічною політикою ЄС. Необхідність приватизації пояснюється низькою економічною ефективністю залізниць, яка, на думку експертів, є наслідком недостатнього рівня приватної ініціативи.

Ефективна робота сучасного залізничного транспорту забезпечується широким використанням автоматизованих систем управління рухом поїздів. Основним напрямком розвитку систем залізничної автоматики і телемеханіки (РАТ) в даний час є створення комп'ютерних систем управління. Це обумов-

лено рядом переваг останніх в порівнянні з релейними пристроями, а саме, більш широкими функціональними можливостями, істотно меншими габаритами апаратури, легкістю ув'язки з інформаційними системами вищого рівня, простотою адаптації до особливостей конкретного полігону впровадження, високою надійністю за рахунок резервування основних функціональних вузлів.

Аналіз сучасного стану та проблем транспортної системи України, що проводиться різними дослідницькими структурами, показав що багато причин цих проблем пов'язані не тільки з об'єктивними факторами (браком потужностей транспортної інфраструктури та ін.), але в значній мірі з недостатнім рівнем організації руху і управління транспортними потоками.

За даними Департаменту транспортних досліджень і управління інноваційними технологіями США пасажирів і вантажів простоюють в пробках 4,2 мільярда годин на рік. Це повний робочий тиждень кожного жителя з сумарними втратами 87,2 млрд. доларів. Даремно щорічно спалюється 8,1 мільйонів тонн палива, а це 22% всіх викидів CO₂ в атмосферу. Втрати України по цих факторах не публікуються. Постійно зростаючі пробки і затримки людей і вантажів на всіх видах транспорту, неприйнятний рівень людських втрат, зростання споживання енергетичних ресурсів і негативний вплив на навколишнє середовище в світі кваліфікують як стратегічні проблеми національного рівня. [6].

Негативні наслідки впливу транспорту, масштаби і значимість яких дають підставу оцінювати їх як стратегічний виклик національного і майже континентального масштабу. До них можна віднести те, про що зазначено вище, це неприпустимий рівень людських втрат, зростання споживання невідновлюваних джерел енергії та негативного впливу на навколишнє середовище, що постійно зростають затримки людей і вантажу на всіх видах транспорту, що пов'язано як з об'єктивною нестачею потужностей транспортної інфраструктури, так і з низьким рівнем керування транспортними потоками. Світовим транспортним спільнотою рішення знайдено у створенні вже не си-

стем управління транспортом, а транспортних систем, в яких засоби зв'язку, управління і контролю спочатку вбудовані в транспортні засоби і об'єкти інфраструктури, а можливості управління (прийняття рішення), на основі інформації, отриманої в реальному масштабі часу, доступні не тільки транспортним операторам, але і всім користувачам транспорту.

Більше 20 років тому багато країн активізували свої зусилля з перекладу організації дорожнього руху та керування транспортними потоками на новий рівень з максимальним використанням сучасних інформаційних і комунікаційних технологій. З середини 80-х років XX століття в Японії, США, Європі почалися великомасштабні роботи по створенню і розвитку ІТС або систем транспортної телематики. У 1973 році Японія одна з перших країн у світі приступила до науково-дослідних і конструкторських розробок по ІТС.

В середині 80-х років XX століття в США, Японії і Європі починаються великомасштабні роботи по створенню і розвитку ІТС, або систем транспортної телематики рис. 1.1 [8]. Незабаром на ринку з'явилася дешева і доступна апаратура супутникових навігаційних систем GPS (США), GLONASS (Росія) і знаходиться в завершальній стадії впровадження європейської системи Galileo. Транспортна телематика інтенсивно розвивається для всіх видів транспорту: наземного, авіаційного, залізничного, водного. Особливо велика роль ІТС в рішенні задач інтермодальності. Однак найбільш комплексні і масштабні дослідження в галузі транспортної телематики проводяться для наземного транспорту.

У сучасному світі просування ІТС вже не є проблемою тільки окремо взятої країни. Майбутнє національних економік спирається на глобальні схеми транспортування та інтеграцію транспортних послуг в світовий ринок за допомогою механізмів Світової організації торгівлі (СОТ). З цією метою з 1993 року ведуться роботи з міжнародної стандартизації технологій ІТС. У 2008 році Комісія Європейських Співтовариств прийняла План дій прискореного розгортання інтелектуальних транспортних систем в Європі і координації ІТС на автомобільному транспорті з іншими видами транспорту.



Рисунок 1.1 - Місце інформаційно-комунікаційних технологій в розвитку засобів транспорту

Сьогодні в Україні формується така ж система. На регіональному рівні реалізуються комерційні проекти локальних компонентів ІТС, як елементів транспортної інфраструктури, ідеологічно і технологічно які взаємопов'язані. Відсутність системної роботи в даному напрямку в кінцевому підсумку блокує розвиток ринку ІТС, зупиняючи його на рівні надання комерційних послуг з використанням локальних компонентів ІТС.

Інтелектуальні транспортні системи - це великий комплекс сервісних послуг, що надаються користувачам для зручності користування та досягнення максимальної пропускної здатності дорожньої мережі. Набір цих послуг може формуватися і розширюватися в залежності від поставлених цілей, в рамках, визначених національною Концепцією та стандартами ІТС (табл 1.1). Величезні масштаби транспортної системи і безліч ІТС - технологій,

призводять до того, що процес їх реалізації не може охопити всі підсистеми і елементи одночасно. Звідси впливають принципи поетапного розвитку і модульності створення ІТС [6].

Таблиця 1.1

Послуги для користувачів ІТС

Вузол послуг для користувачів	Послуги для користувачів
Інформаційні послуги для подорожуючих	<ul style="list-style-type: none"> ■ Інформація, отримана до подорожі ■ Інформація, отримана під час подорожі ■ Інформація про послуги під час подорожі ■ Визначення маршруту і навігація – до подорожі ■ Визначення маршруту і навігація – під час подорожі ■ Підтримка планування подорожі
Управління транспортними операціями та операційні послуги	<ul style="list-style-type: none"> ■ Управління транспортними операціями та регулювання руху ■ Управління надзвичайними ситуаціями, пов'язаними з транспортом ■ Управління попитом ■ Управління підтримкою транспортної інфраструктури ■ Поліцейський нагляд/Застосування
Обслуговування транспортних засобів	<ul style="list-style-type: none"> ■ Покращення видимості ■ Автоматичне управління транспортним засобом ■ Уникнення зіткнень ■ Готовність системи безпеки ■ Обмеження для уникнення аварій
Обслуговування вантажного транспорту	<ul style="list-style-type: none"> ■ Розмитнення комерційних транспортних засобів ■ Процес адміністрування комерційними транспортними засобами ■ Автоматична інспекція безпеки на дорогах ■ Контроль за безпекою комерційних транспортних засобів на борту ■ Управління транспортним парком вантажного транспорту ■ Інформаційне управління між різними видами транспорту ■ Управління та контроль за центрами різних видів транспорту ■ Управління небезпечними вантажами
Обслуговування громадського транспорту	<ul style="list-style-type: none"> ■ Управління громадським транспортом ■ Транспорт, який реагує на попит, і спільний транспорт
Обслуговування у надзвичайних ситуаціях	<ul style="list-style-type: none"> ■ Повідомлення про надзвичайні ситуації, пов'язані з транспортом, і особиста безпека ■ Пошуки транспортного засобу після крадіжки ■ Управління транспортними засобами у надзвичайних ситуаціях ■ Небезпечні матеріали та повідомлення про надзвичайні ситуації
Послуги електронної оплати, які стосуються транспорту	<ul style="list-style-type: none"> ■ Електронні фінансові операції, пов'язані із транспортом ■ Інтеграція послуг електронної оплати, пов'язаних із транспортом
Особиста безпека, пов'язана з безрейковим транспортом	<ul style="list-style-type: none"> ■ Безпека громадських поїздок ■ Покращення безпеки для вразливих користувачів доріг ■ Покращення безпеки для неповносправних користувачів доріг ■ Положення про безпеку для пішоходів, які використовують інтелектуальні вузли та зв'язки
Послуги моніторингу погодних умов та стану довкілля	<ul style="list-style-type: none"> ■ Контроль за погодою ■ Контроль за умовами навколишнього середовища
Послуги управління реагуванням на катастрофи та координацією	<ul style="list-style-type: none"> ■ Управління даними про катастрофи ■ Управління реакцією на катастрофи ■ Координація з органами з надзвичайних ситуацій
Послуги національної безпеки	<ul style="list-style-type: none"> ■ Послуги національної безпеки ■ Моніторинг та контроль за підозрілими транспортними засобами ■ Моніторинг структур та труб

У світі існує тільки одна всеосяжна архітектура ІТС, запропонована транспортним департаментом США [9]. Створення єдиної архітектури ІТС дозволяє контролювати три основних напрямки: Безпека (основна мета - зниження аварійності, моніторинг природних і техногенних катаклізмів).

Мобільність (збір інформації про пробки від рухомих в потоці автомобілів, інформування учасників руху та ін.). Захист навколишнього середовища (зниження шкоди навколишньому середовищу від транспорту за допомогою моніторингу ситуації в реальному часі і своєчасного прийняття рішень).

Діючі в даний час в Україні і ті, що розробляються, локальні або технологічно обмежені відомчі системи інформаційного супроводу і контролю за діяльністю сегментів залізничного та транспортно-дорожнього комплексу забезпечують в ряді випадків ефективне рішення вузького переліку завдань. Відсутність єдиних державних стандартів розвитку аналогічних систем обмежує можливість їх інтеграції з метою створення єдиної керуючої платформи, в якій принципи управління транспортними потоками, координація процесів взаємодії різних видів транспорту, виходять на новий якісний рівень - прогнозного управління, рівень відповідний інфокомунікаційних технологій ІТС.

Перспективи розвитку ринку ІТС представляють інтерес для наукового та бізнес-спільноти в Україні. Сучасний стан ринку ІТС має такі особливості: розрізненість; фрагментарність; відсутність національних стандартів; не-системні контакти з міжнародними асоціаціями ІТС. Формування та впровадження вітчизняних ІТС підвищить ефективність управління перевезеннями, скоротить непродуктивні витрати на транспортування вантажів, пасажирів, прискорить розвиток національної транспортно-комунікаційної та економіко-інформаційної структур, забезпечить сприятливий клімат для впровадження сервісів на основі вже існуючих навігаційних супутникових систем. Очікуваний соціально-економічний ефект від впровадження систем інформаційного забезпечення транспортного комплексу України, за аналогією з ефектом впровадження в Західній Європі, США та Китаї, за прогнозами, складе до 10% приросту ВВП, скорочення ДТП на 30%, зниження споживання палива на 20% і підвищення зайнятості населення на 5%, що в свою чергу підвищить ефективність економіки України в цілому і, як наслідок, якість життя населення [6].

1.2. Особливості управління перевезеннями в системах залізничної автоматики і телематики

Основним критерієм ефективності технічної політики в розвитку та впровадженні інноваційних технологій і технічних засобів на вітчизняних залізницях є підвищення якісних показників перевізного процесу. Його подальший розвиток пов'язаний з розробкою і впровадженням багатофункціональних систем управління і контролю руху поїздів, заснованих на застосуванні мікропроцесорних програмно-технічних комплексів, що відповідають високим вимогам з безпеки, в тому числі за міжнародними стандартами.

Особлива увага приділяється розвитку технологій управління на верхньому рівні, які за своїми функціональними вимогам найбільшою мірою можна назвати інтелектуальними. І, в першу чергу, за рахунок систем підтримки прийняття рішень, які неможливо реалізувати без появи нового покоління систем автоматики і телемеханіки, що є базовою ланкою інформаційно-керуючих систем.

Основою безпечного управління рухом поїздів для всіх рівнів системи управління є пристрої залізничної автоматики - їх поєднання з системами диспетчерської і електричної централізації, автоблокування.

Розвиток інтелектуальних систем управління вимагає виходу залізничної автоматики і телемеханіки на більш якісний рівень, підвищення функціональності і технологічності. Сполучення високотехнологічних систем безпеки, управління рухом і планування перевізного процесу дозволить отримати високий синергійний ефект, істотне зниження людського фактору, трудомісткості і експлуатаційних витрат.

Передові підходи до управління процесом розробки і супроводу продукції на всіх етапах життєвого циклу, застосування технічних регламентів, стандартів та інших нормативних вимог - ось що потрібно сьогодні для створення інноваційної залізничної продукції і проривних технологій, для отримання високих показників технологічного та економічного ефекту від її впровадження.

Підвищення інтенсивності і швидкостей руху поїздів потребують удосконалення систем залізничної автоматики в частині інтероперабельності систем управління рухом поїздів і систем безпеки та управління на рухомому складі, збільшення інформативності, зниження впливу людського фактора, підвищення рівня безпеки руху.

Для забезпечення інтероперабельності систем управління їх побудова має реалізовуватися на блочному принципі, який полягає в можливості вдосконалювати існуючу систему за рахунок додаткових опцій або заміни програмного забезпечення. Але, в першу чергу, для підвищення інтероперабельності інфраструктури і рухомого складу потрібна цифрове бездротове середовище передачі даних.

Впровадження цифрових систем технологічного радіозв'язку стало визначальним у розвитку системи інтегрального регулювання на зарубіжних залізницях (ERTMS, CBTC).

Основоположним значенням для успішного впровадження телематичних систем для зменшення негативних наслідків мобільності, є розробка інформаційних систем на всіх видах транспорту (автомобільного, залізничного, повітряного і річкового). Оптимізація цієї транспортної мега-системи йде за рахунок використання нових комунікаційних та інформаційних технологій. Крім того, аналіз потреб численних сторін-учасників показує, що багато хто з них зацікавлені в однакових інформаційних структурах. Визначаючи телематику даних структур потрібно брати до уваги схожість інформаційних потреб. Підкреслюється важливість (готовність, безпека, довговічність, ремонтпридатність) різних ланок в інформаційному ланцюзі (від вимірювальних систем до працюючих людей), що описують рівні еволюції різних матеріалів.

З точки зору технічних систем, в даний час дуже помітно збільшилася обладнання з використанням GPS. З огляду на велике поширення GPS на автотранспортних засобах, на поїздах (GSM-R), на комп'ютерній техніці і в мобільному зв'язку, потрібно оцінювати можливості використання цієї технології для отримання детальної інформації в плані пасажирських перевезень і

перевезень вантажів. Ці тенденції отримують все більший розвиток. Експлуатація в цивільних цілях глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) GPS і GLONASS відкрила нову еру в використанні ІТС: з'явилася можливість отримувати інформацію про місцезнаходження стаціонарних і мобільних об'єктів в будь-якому місці і в будь-який час. Ще більші перспективи тут відкриваються з завершенням введення в експлуатацію європейської супутникової навігаційної системи Galileo [6].

Інтегровані технології - майбутнє інтелектуальних транспортних систем. Розглянемо приклади, зміст та особливості інтелектуальних транспортних технологій. Прикладами таких інтелектуальних технологій є «Технології інтелектуального вантажу» (визначено в європейських стандартах телематичних систем), який в процесах перевезень «автоматично повідомляє про свої властивості», які використовуються для моніторингу та управління перевезеннями. Далі вкажемо інфокомунікаційні і телематичні технології та системи, які реалізують спільні «принципи логістики відстеження вантажів», враховують вимоги аспектів інтероперабельності або їх елементів і ін. Таким же є і «Автоматичне управління рухомими одиницями» (інформування транспортних рухомих систем про раціональні маршрути просування, завантаженості доріг і т.п.).

Інтелектуальними вважаються технології з елементами автоматичного збору даних про умови перевезень, моделювання процесів або порівняння з шаблонами, нормативами, розпізнавання позаштатних ситуацій або можливостей їх появи, планування перевезень і подібне інше.

Однак цілий ряд вимог ІТС (висока точність визначення місцезнаходження транспортних засобів для управління ними в реальному масштабі часу, навігаційне обслуговування аварійного транспорту, створення безперервного стійкого навігаційного сервісу в умовах тунелів і багатоповерхових міських забудов) не може бути забезпечено можливостями сучасних глобальних навігаційних систем (ГНСС). Для реалізації цих вимог необхідна інтеграція технологій позиціонування і бездротового зв'язку в цілях створення

безперервної віртуального середовища транспортного управління в будь-яких умовах, рис. 1.2.

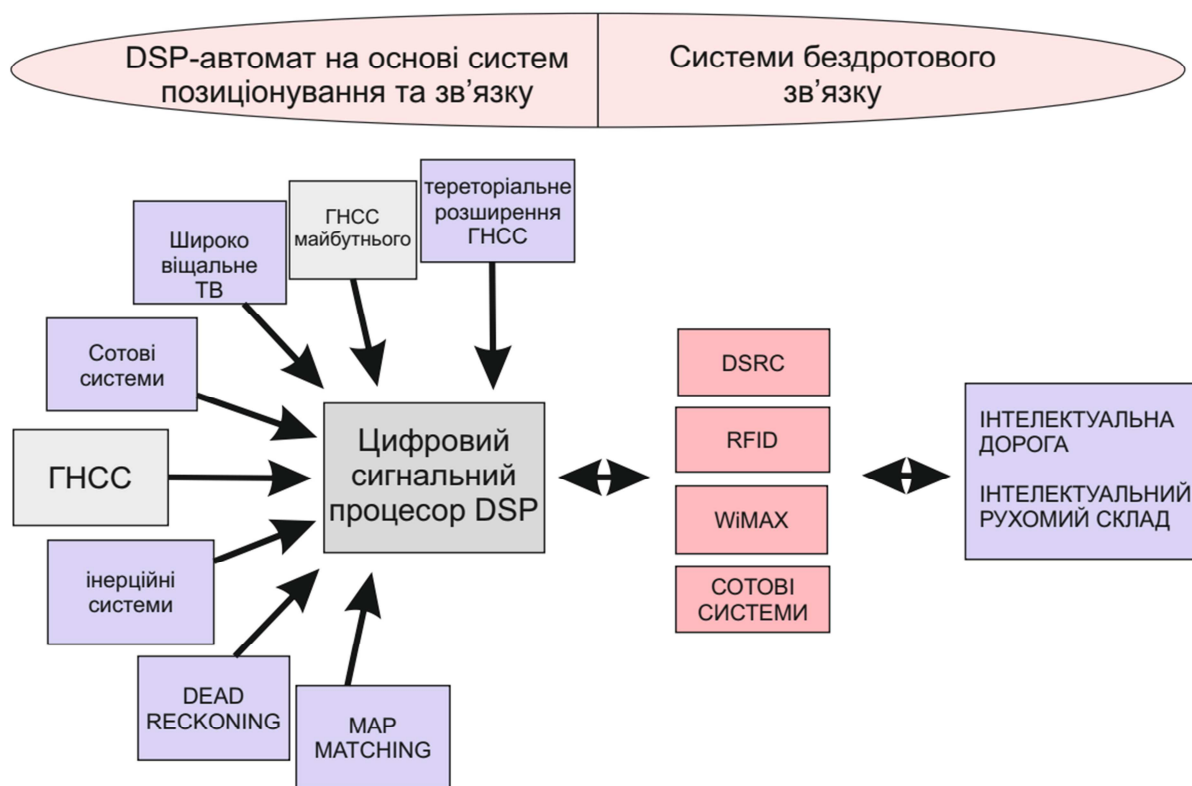


Рисунок 1.2 - Технології для побудови навігаційних додатків ІТС [6]

Охарактеризуємо деякі основні напрямки розвитку інтелектуального залізничного транспорту на прикладі Українських залізниць, які сьогодні знаходяться на новій стадії техніко-економічного розвитку. Причому в останні роки переважна частина приросту обсягів перевезень на залізничному транспорті отримана за рахунок застосування сучасних і перспективних наукових розробок, втілених в технологіях, послугах, устаткуванні, автоматизованих системах управління та організації перевізного процесу. Однією з перспективних завдань ІС є більш повне використання наявної інформації про керований технологічний процес. В даний час рівень використання такої інформації є недостатнім: контроль технологічних процесів забезпечується тільки на 30%, рівень автоматизації цього процесу становить лише 20%. Ви-

користання тут інфокомунікаційних технологій стане технологічним проривом в управлінні залізничним транспортом, з огляду на жорстку взаємопов'язаність систем зв'язку, залізничної автоматики та інформаційних систем.

Важливим напрямком розвитку ІС є формування центрів управління перевезеннями і створення ситуаційних центрів. Рішення такого завдання вимагає розвитку інформаційних систем з урахуванням їх залежності від кількості постановочних завдань, розробки нових систем ідентифікації рухомого складу і зростання використовуваної інформації практично в геометричній прогресії. Ситуаційний центр - це організаційна структура, яка допомагає проводити аналіз ситуацій, приймати рішення і керувати інженерною та інформаційною інфраструктурою для підвищення ефективності як технологічних, так і бізнес-процесів. Це дозволить гнучко реагувати на динаміку транспортного ринку, здійснювати контроль стану транспортної інфраструктури, застосовувати обґрунтовані управлінські рішення в оперативній обстановці.

Супутникові технології застосовуються для позиціонування рухомих об'єктів і моніторингу параметрів систем. Ці технології використовуються спільно із засобами радіозв'язку і радіолокації зондуванням об'єктів залізничного транспорту з супутників для визначення їх координат, повноскладовості поїзда та ін. Важливим напрямком розробок є створення технології інтеграції супутникового зондування в єдиній системі координатного управління. У перспективі координатне управління має стати базою єдиного транспортного комплексу для всіх транспортних галузей, для всіх експедиторів. Це забезпечить виконання оперативного моніторингу і прогнозування ситуацій для всіх рухомих одиниць, кожного зайнятого в технологічному процесі ланки, їх пономерного позиціонування.

Розвиток ІТС дозволяє вийти на якісно новий рівень створення систем з високою надійністю та ефективністю функціонування, забезпечити сучасний рівень якості транспортних послуг та безпеки перевезень на залізницях.

1.3. Основні завдання транспортної політики ЄС

Починаючи з середини 1950-х рр., спостерігалася помітна розбіжність у поглядах між політиками, відповідальними за генеральну лінію інтеграції, і експертами, безпосередньо відповідальними за вироблення транспортної політики Євросоюзу. Ставало очевидним, що без продуманої ЄТП неможливо буде добитися головної інтеграційної мети – створення повноцінного єдиного ринку товарів і послуг. В повоєнний час обсяги транспортних операцій між європейськими країнами були значно нижчі за відповідні показники з внутрішніх перевезень для кожної з країн окремо. Такий стан справ в зв'язці з зруйнованою транспортною інфраструктурою Європи зробило питання розробки ЄТП центральним на порядку денному керівництва Європейського Економічного Співтовариства (ЄЕС).

Незважаючи на об'єктивні інтеграційні труднощі на шляху до ЄТП, до рубежу 2000-х ЄС підійшов з розвиненою транспортною інфраструктурою, єдиним технічним регламентом і тарифною сіткою, а також розвиненою конкуренцією на всіх видах транспорту. Більш того, вибудована система наднаціонального регулювання транспортної галузі представляє унікальний багаж досвіду для інших регіональних об'єднань, що стоять перед схожими завданнями і викликами, таким як Євразійський Економічний Союз (ЄАЕС).

Ще задовго до офіційного оформлення ЄАЕС, ідея євразійської інтеграції була надто політизована. Тому саме передовий досвід ЄС щодо створення ЄТП може і повинен, хоча і з урахуванням регіональної специфіки, служити дорожньою картою для першого повноцінного наднаціонального органу на пострадянському просторі - Євразійської Економічної Комісії (ЄЕК).

Так, вбачається за необхідне провести критичний огляд еволюції ЄТП в рамках європейського інтеграційного проекту з детальним аналізом ключових положень уніфікації питань організації, управління і регулювання перевезень усіма видами транспорту. Однак, зважаючи на об'єктивні обмеження, викликані тимчасовими рамками дослідження, дана робота ставить собі за

мету накреслити практичні точки дотику прогресивних європейських підходів до розробки ЄТП в рамках ЕЕАС. Застосовувані ж елементи компаративного та системного аналізів дозволять як можна точніше виробити подальший дослідний вектор, який буде продовжений в подальших роботах авторів з даної теми.

В цілому, європейський досвід створення єдиного регулювання транспортної галузі можна охарактеризувати не тільки національно-територіальним, скільки просторово-функціональним, що, безперечно, дозволяє говорити про адаптацію норм, правил і процедур прийняття рішень європейської ЄТП за межами ЄС [10].

До моменту створення ЄЕС залізничні системи шести країн-членів ЄС були в державній власності і були захищені об'ємним пакетом заходів від конкуренції.

Але вже до середини 1970-х залізничний транспорт став програвати більш відкритому автотранспорту за обсягами перевезень. Показовим є приклад Німеччини, яка в 1967 р. ввела спеціальний податок - *Leberfennig* - на автотранспорт з метою перекидання частини вантажопотоків з автотранспорту на залізницю. Процес лібералізації галузі почався в 1991 році, при цьому вільний доступ був відкритий лише до ряду транс-європейських напрямків. Повна лібералізація галузі була завершена лише до середині 2000-х (табл. 1.2) [10].

На рубежі 1980-1990-х рр. центральним питанням при розробці єдиної політики ЄС в галузі залізничного транспорту постав вибір шляху розвитку галузі: ринкового, як, наприклад, у Великій Британії та Швеції, або патерналістського як у Франції.

Ряд впливових членів Єврокомісії висловили стурбованість, що зайва лібералізація галузі неминуче призведе до неконтрольованого зносу інфраструктури і зниження рівня безпеки, що в підсумку вилилося в збалансований план розвитку галузі.

Організаційно-економічний аналіз єдиної політики ЄС в галузі залізничного транспорту

Дата	Ключові положення
1952-1960	<ul style="list-style-type: none"> - Стаття 70 Паризького Договору скасувала дискримінаційні тарифи на залізничні перевезення вугілля та сталі - Положення 11/60 Римського Договору скасував дискримінаційні тарифи щодо залізничних перевезень всіх видів вантажів
1962-1980	<ul style="list-style-type: none"> - Директива 1017/68 заклала інституційні основи кооперації при перевезенні вантажів автомобільним, залізничним і внутрішніми водними видами транспорту - Директива 1191/69 передбачила можливість компенсацій з боку держави при здійсненні соціально значущих залізничних перевезень - Директива 1107/70 визначила активну участь держави в розвитку європейської залізничної інфраструктури
1990-2000	<ul style="list-style-type: none"> - Директива 91/440 відокремила функції управління залізничною інфраструктурою від транспортних операцій - Директива 95/18 ввела обов'язкове ліцензування транспортно-експедиторських компаній, що здійснюють залізничні перевезення - Директива 95/19 затвердила порядок користування залізничною інфраструктурою і формування відповідних тарифів - Директива 96/49 про прямування правилам перевезення небезпечних вантажів, розробленим ЄЕК
2001	<p><i>Перший пакет заходів з лібералізації галузі:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Директива 2001/12 постановила відкрити для транспортних компаній доступ до транс-європейської залізничної системи до 2003 р ряду ключових напрямків, а до 2008 року на всій території ЄС - Директива 2001/13 визначила загальні правила ЄС щодо ліцензування залізничних перевезень - Директива 2001/14 остаточно закріпила недискримінаційні принципи користування інфраструктурою, механізми ціноутворення, порядок сертифікації в області безпеки, а також загальну політику в області залізничних перевезень
2002-2004	<p><i>Другий пакет заходів з лібералізації галузі містить кроки по:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - лібералізації каботажних операцій - подальшого опрацювання заходів з техніки безпеки при залізничних перевезеннях - впровадження систем розслідування залізничних аварій - створення Європейського Залізничного Агентства (European Railway Agency)
2008-наш час	<p>Заключний етап лібералізації і координації єдиної політики ЄС в області залізничних перевезень</p>

З огляду на організаційні особливості, залізничний транспорт залишається найменш схильним до впливу ринкових механізмів Єдиного ринку. об'єктивна обмеженість пропускної здатності залізничної інфраструктури, а

також необхідність величезних вкладень в створення нових транспортних проектів і надалі будуть гальмувати встановлення повноцінного конкурентного середовища в галузі [10, 11].

Транспортна політика Європейського союзу до 2050 року ґрунтується на розробленій і прийнятій Європейською комісією комплексної стратегії (документ «Біла книга»), в якій вказані головні на цей період завдання в сфері розвитку транспорту [12]. Її першочергові комплексні цілі полягають в тому, щоб підвищити мобільність, усунути перешкоди в ключових галузях, стимулювати економічне зростання, зайнятість, забезпечити якість повсякденного життя. Ставиться завдання різкого зменшення залежності Європи від імпорту нафти, зменшення на 60% шкідливих викидів від транспорту. Для аналізу важливо, що 50% пасажирських міжнародних і вантажних перевезень перекладається з автомобільного транспорту на залізничний і водний. Основною стратегічною метою, зазначеною в документі, є створення єдиного Європейського конкурентного транспортного простору, транспортна мережа якого заснована на взаємозв'язку різних видів транспорту і дозволяє отримати глибокі зміни, як в структурі дорожнього руху, так і в пасажирських і вантажних перевезеннях. Стратегія намічає різні цілі для міського, міжміського та магістрального видів транспорту. Стратегією передбачається зняття перешкод для бізнесу в багатьох ключових областях, особливо в транспортній інфраструктурі і інвестиціях, інноваціях і єдиному внутрішньому ринку.

Важливим напрямком розвитку транспорту є застосування більш «чистих» транспортних засобів та «чистих» видів палива. Так, до 2030 року на 50% повинна бути знижена частка автотранспортних засобів на традиційних видах палива, а до 2050 року передбачається поетапна відмова від їх застосування в містах. Рух автомобілів на звичайному паливі в містах до 2030 року буде скорочено в два рази, а центри міст повинні бути закриті для перевезення вантажів автомобілями, які мають викиди оксиду вуглецю (CO₂). ЄС розробив заходи, щоб забезпечити зниження до 2020 року кількості загиблих в дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) на 50%, приймаючи за вихідний по-

казник 1995 року, коли в країнах ЄС в ДТП загинули 45 тис. чоловік. До 2050 року число ДТП зменшиться до рівня близького до нуля.

Міжміські перевезення на середні відстані (близько 300 км і більше) повинні бути переведені з автомобільного транспорту на залізницю і водний транспорт. Передбачається до 2030 року близько 30% вантажних перевезень довжиною понад 300 км перевести на залізничний і водні шляхи, а до 2050 року цей обсяг складе близько 50% [6].

Створення транспортних коридорів з відповідним набором інформаційних послуг - ще одна пріоритетна задача транспортної стратегії. До 2030 року повинна працювати повнофункціональна опорна мережа подібних транспортних коридорів. Передбачається, що до 2050 року всі аеропорти повинні мати основну мережу для підключення мережі залізниць, все морські порти повинні мати достатні зв'язку з системою вантажних залізничних перевезень, а по можливості - з внутрішнім водним транспортом.

Удосконалення технологій плати за перевезення також розглядається як важливий напрям вдосконалення транспорту. Вже до 2020 року повинна бути створена основа для забезпечення необхідного рівня інформації, контролю і створення системи розрахунків пасажирських і вантажних мультимодальних перевезень. Повинні бути повністю здійснені принципи «користувач платить» і «забруднювач платить», а також участь сектора власників в усуненні витрат. Таким чином буде створюватися дохід і забезпечуватися фінансування для майбутніх інвестицій в транспорт.

У перевезеннях на великі відстані і міжконтинентальних вантажних перевезеннях буде продовжувати переважати авіація і судноплавство. Передбачається створення нових двигунів, нових видів палива та систем керування транспортними потоками для підвищення ефективності і скорочення шкідливих викидів. До 2050 року авіація на 40% повинна використовувати низьковуглецеві види палива, зменшення викидів вуглекислого газу морського бункерного палива складе 40%. Стратегія передбачає введення Єдиного європейського неба. До 2020 року передбачається завершити модернізацію євро-

пейської системи управління повітряним рухом, загальна європейська авіація буде включати 58 країн і перевозити один мільярд. чоловік.

1.4. Висновки за розділом 1

1. Виконано аналіз ролі транспорту у загальносвітовій економіці та встановлено, що наразі транспорт є одним з найважливіших аспектів формування світового ринку.

2. Аналіз особливостей управління перевезеннями в системах залізничної автоматики показав, що лише автоматизація процесів на залізничному транспорті не може повною мірою задовільнити потреби залізничного транспорту щодо управління, ефективності та безпеки. Тому очевидною є необхідність використання наряду із системами залізничної автоматики сучасних інформаційно-керуючих та інтелектуальних систем.

3. ІТС створює нові можливості для аналізу, уявлення, розуміння і управління транспортними процесами. Більш точне визначення географічного положення рухомих одиниць в часі, ідентифікація їх станів (наприклад, виконуваних технологічних операцій), зв'язування цих даних з змістовною інформацією про вантажі, що перевозяться та перевізників, дає можливість більш достовірного рішення численних завдань оцінки та аналізу величин матеріальних і економічних показників, завдань планування і управління залізничними перевезеннями.

2. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Модернізація експлуатованих систем залізничної автоматики і телемеханіки є, по суті, процесом управління якістю функціонування складних ієрархічних технічних систем на тривалому відрізку часу. Актуальність модернізації даних систем в останні роки зростає в зв'язку з обмеженістю фінансів на їх заміну.

Основні причини, що викликають необхідність модернізації стислі [13]:

- фізичне старіння систем і їх окремих пристроїв;
- моральне старіння систем і їх окремих пристроїв;
- впровадження високошвидкісного руху з асинхронними тяговими двигунами на електровозах;
- розширення полігонів великовагового руху поїздів, особливо при електротязі змінного струму;
- посилення вимог до якості передачі інформації в стислі.

2.1. Структура управління вантажними перевезеннями «Укрзалізниці»

В даний час єдина автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці, АСК ВП УЗ-Е, що реалізовує функції інформаційної та керуючої підтримки численних технологій і процесів залізничної галузі, є однією з найбільш потужних і сучасних АСУ залізничного транспорту Укрзалізниці [14]. Створені в рамках розробки та постійного нарощування цього масштабного проекту технологічні, математичні і програмно-апаратні рішення створили міцний фундамент для переходу до інформаційно-керуючих, прогнозних та інтелектуальних технологій, що забезпечує потреби сучасних і майбутніх залізничних перевезень. Розглянемо деякі принципи побудови, склад і структуру АСК ВП УЗ-Є, систему її моделей для

представлення базових процесів, як фундамент для комплексних інтелектуальних систем залізничного транспорту України, для переходу до ІТС-ЗТ.

Головною особливістю системи є єдине інтегроване програмне середовище, єдина база даних, рис. 2.1, яка забезпечує інформаційну підтримку перевізного процесу (процесів експлуатації та ремонту, моніторингу параметрів технічних систем і рухомого складу та ін.), а також практично всіх технологічних процесів роботи вантажного залізничного транспорту Укрзалізниці. Перехід на експлуатацію АСК ВП УЗ-Е на мережі доріг України був здійснений 07.07.2012 року. АСК ВП УЗ-Е включає в себе завдання, які раніше вирішувалися різними системами на різноманітних технологічних і технічних базах, реалізує широкий круг питань інформатизації перевізного процесу від місячного планування, оформлення перевізних документів, перевезення вантажів до аналізу результатів перевезень. Функціональний склад і ієрархічні принципи побудови системи демонструє рис. 2.2. [14]

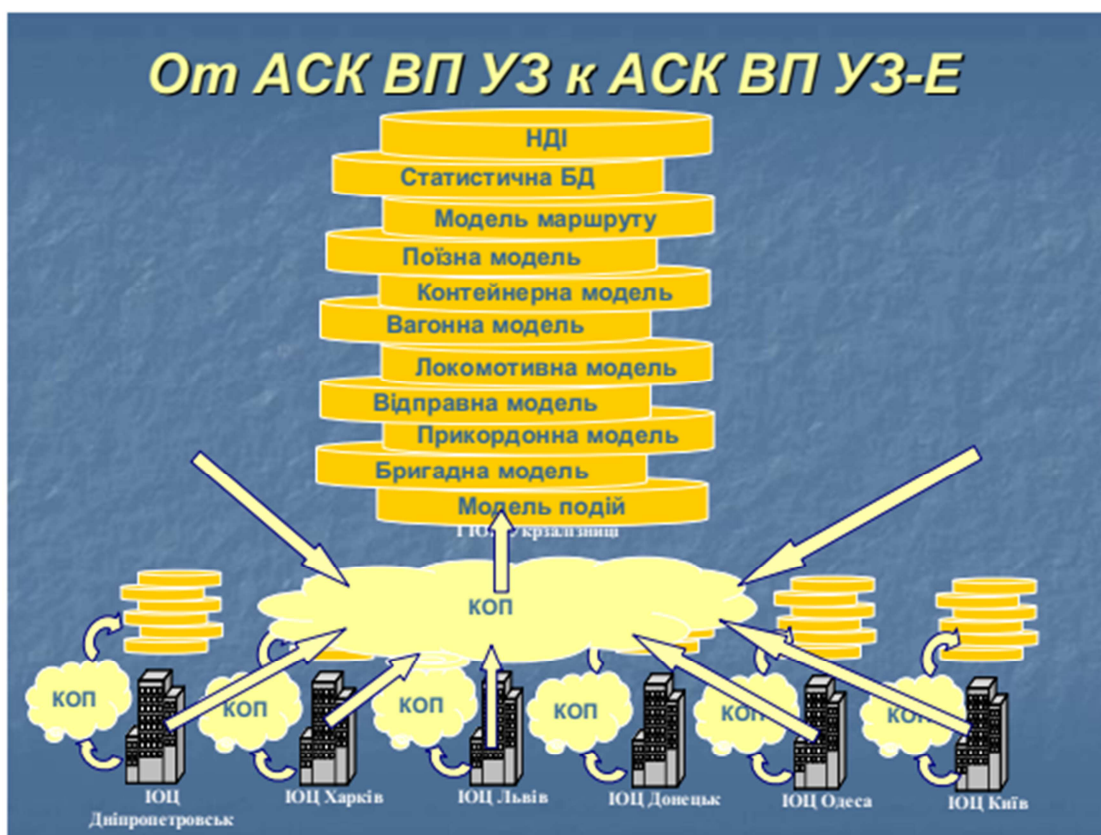


Рисунок 2.1 - Схема формування єдиного інтегрованого інформаційного середовища залізничних перевезень в Укрзалізниці



Рисунок 2.2 - Схема формування єдиного інтегрованого інформаційного середовища залізничних перевезень в Укрзалізниці

Набір інформаційно-аналітичних моделей об'єктів і процесів, пов'язаних з виконанням залізничних перевезень, рис. 2.1, включає всі необхідні моделі подій для всіх складових транспортного процесу, такі як локомотивна модель, контейнерна, вагонна і поїзна моделі, моделі відправок та маршрутів слідування, моделі роботи локомотивних бригад і прикордонних станцій ін. Безперервність, розподіленість транспортних процесів та їх взаємна обумовленість виражається системою логічних зв'язків між окремими моделями інформаційних баз АСК ВП УЗ-Є, організованих на основі технологій системи управління базами даних (СКБД) Oracle. Деякі набори зв'язків між основними моделями системи АСК ВП УЗ-Є представлені на рис. 2.3.

Зазначимо основні завдання, реалізовані в системі. АСК ВП УЗ-Є має такі «прикладні складові»: Оперативне управління перевізним процесом; Управління вантажними перевезеннями; Управління пасажирськими перевезеннями; Управління ремонтами і технічним обслуговуванням рухомого

складу; Управління безпекою та охороною праці; Управління роботою прикордонного району; Автоматизована система забезпечення комерційного огляду вантажів; Автоматизована система управління механізованої дистанцією вантажно-розвантажувальних робіт; Система статистики об'ємних показників доходів від перевезення вантажів; Аналіз виробничо-фінансової діяльності.

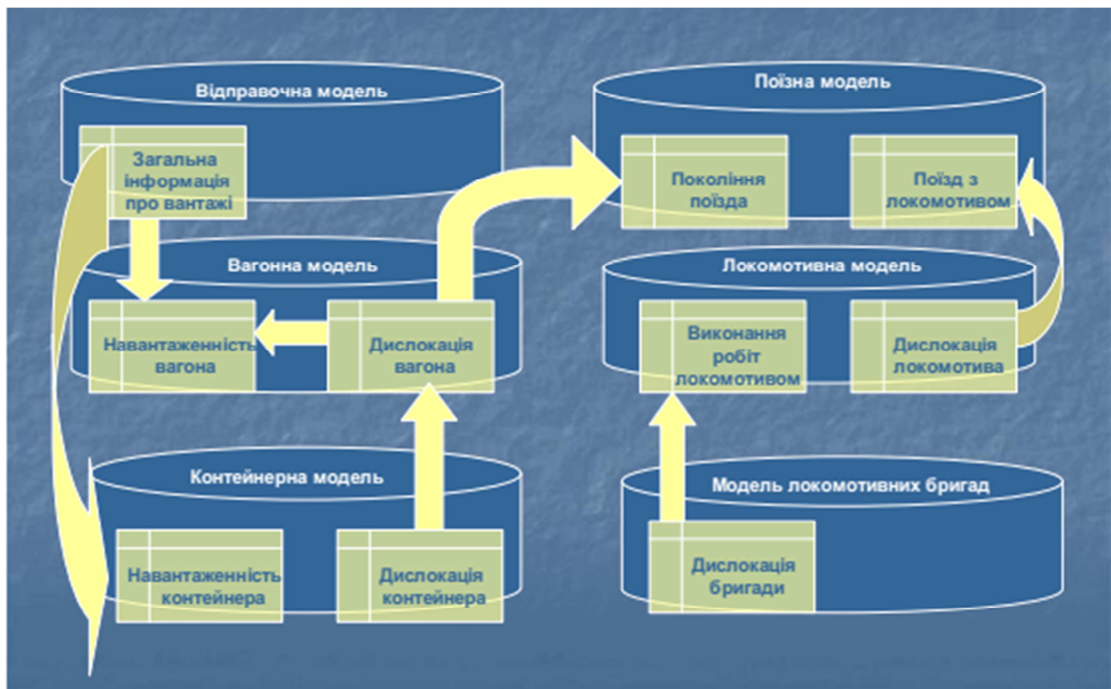


Рисунок 2.3 - Схема комплексу управління обчислювальними процесами [6]

В даний час в комплекс «Оперативне управління перевізним процесом» входять: Контроль дислокації і стану поїздів, вантажних вагонів; Контроль дислокації і стану локомотивів і локомотивних бригад; Диспетчерське управління рухом поїздів; Облік і видача попереджень; Розробка графіка руху поїздів, технічних норм, плану формування, добового планування, п; Управління станцією; Контроль дислокації і стану контейнерів; Контроль і облік роботи стикових пунктів доріг і залізничних адміністрацій; Інформування користувачів про паспортні дані вагонів і контейнерів; Контроль змін інвентарного парку вантажних вагонів; Розрахунок графіка роботи локомотивних бригад;

Контроль змін інвентарного парку тягового рухомого складу; Прикордонна система; Технічне нормування.

Комплекси автоматизованого управління перевезеннями реалізують набори наступних функцій. Управління вантажними перевезеннями: Оперативний облік операцій з вантажними відправленнями; Облік і обробка заявок на перевезення; Контроль за станом розрахунків з клієнтами; Оперативний контроль завантаження / розвантаження; Контроль дислокації і стану вантажних відправлень; Прогноз прибуття вантажів, контроль термінів доставки вантажів; Формування інформації по перевізних документах.

Управління пасажирськими перевезеннями: Створення і ведення картотеки пасажирських вагонів на основі електронного паспорта та мережевої перепису; Стеження за своїм розкладом руху пасажирських поїздів з урахуванням додаткових призначень пасажирських, туристичних та інших; Прийом і обробка інформації за визначенням стану пасажирських поїздів на станціях і ділянках; Створення ТГНЛ на пасажирський поїзд відповідно до документа "Інструкції щодо складання натурального листа поїзда"; Норми локомотивного парку для забезпечення добових розмірів пасажирського руху. Рішення задач обліку і аналізу використання парку пасажирських вагонів та ін.

Інтегрований і уніфікований характер побудови і функціонування всіх підсистем АСК ВП УЗ-Е, що забезпечує можливість її територіального розширення і функціонального розвитку, одні з ключових принципів автоматизованої системи. Для забезпечення цих можливостей в даний час і в майбутньому в АСК ВП УЗ-Є передбачені і розвинені спеціальні процедури розвитку систем. На рис. 2.4 представлена схема спеціалізованого загальносистемного комплексу управління обчислювальними процесами, а на рис. 2.5 - схема процедур, що забезпечують можливість створення в середовищі АСК ВП УЗ-Е нових автоматизованих робочих місць (АРМ). В рамках такого роду процедур реалізуються і завдання модернізації підсистем, які стають актуальними відразу на всіх АРМ, які підключені до системи.

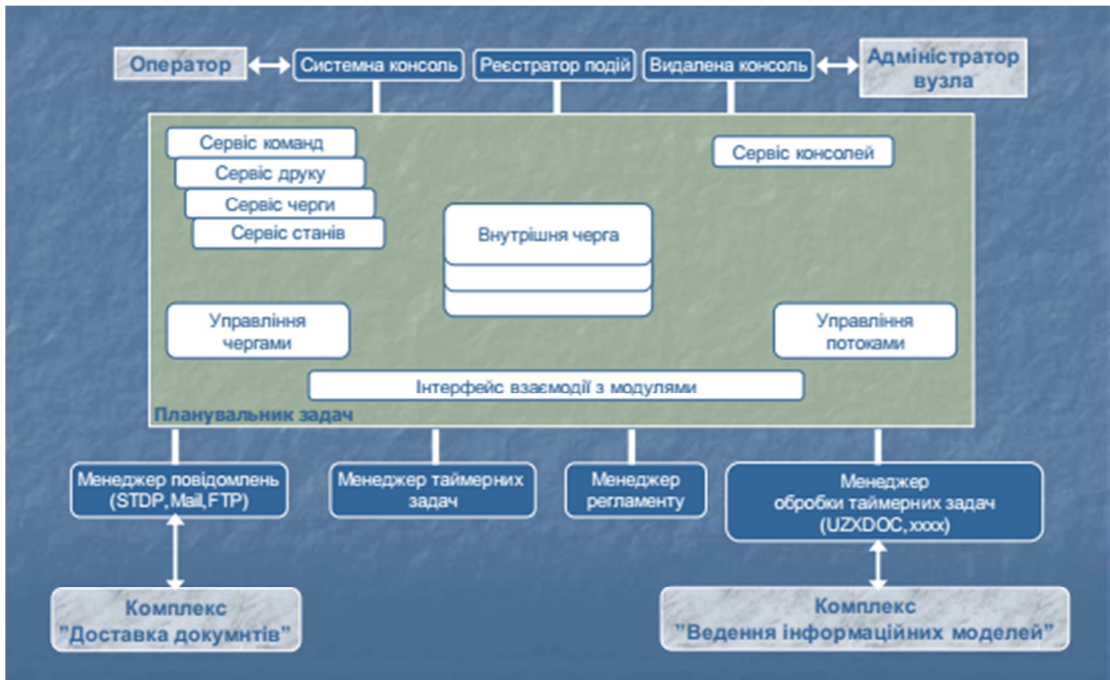


Рисунок 2.4 - Схема комплексу управління обчислювальними процесами [14]



Рисунок 2.5 - Схема процедур формування АРМ в АСК ВП УЗ-Є

Цілісність, функціональна повнота, розширюваність АСК ВП УЗ-Є, високі експлуатаційні властивості і надійність, відкривають можливість для її

використання в якості основи ІТС-ЗТ Укрзалізниці. Наприклад, в даний час на основі АСК ВП УЗ-Є реалізовано ряд технологій моніторингу та управління процесів перевезень засобами супутникових навігаційних систем (СНС).

В якості однієї з першочергових завдань формування інтелектуальних систем залізничного транспорту на базі АСК ВП УЗ-Є виступає завдання автоматичного перетворення баз і сховищ даних в бази знань, які обслуговують потреби диспетчерського та керуючого персоналу залізничного транспорту.

2.2. Реалізація інтелектуальних систем залізничного транспорту

Проблема організації взаємодії компонентів ІТС є однією з ключових. Можна виділити кілька категорій взаємодії мобільних об'єктів та інфраструктури, ІТС в цілому з зовнішніми системами ін. Форми і засоби організації взаємодії в системах в значній мірі визначають їх можливості і властивості. Архітектурна і функціональна сумісність (властивість інтеоперабельності) ІТС із зовнішніми інформаційними системами (ІС) визначає принципи взаємодії ІТС з ІС інших видів транспорту, наприклад, в інтермодальних перевезеннях, також принципи мультивідомчої інформаційної інтеграції [15].

Взаємодія з зовнішніми ІС є важливою складовою забезпечення оперативного ресурсу ІТС. Взаємодія (стикування) ІТС як соціальної, тобто оперативної, системи із зовнішніми ІС здійснюється на різних рівнях [6]:

1. На рівні взаємодії з державною ІС, що здійснює формалізований збір даних про показники функціонування всіх секторів життєдіяльності суспільства.

2. На рівні взаємодії з суміжними ІС (ІС міністерств і відомств, комунального та соціального обслуговування громадян, ІС митної служби і т.д.) стикування здійснюється за рахунок формалізованих інтерфейсів диспетчерських служб різних підсистем ІТС.

3. На рівні забезпечення внутрішньосистемної сумісності необхідно передбачати спеціальні правила (протоколи) щодо самостійних підсистем ІТС, що мають закриту архітектуру і обмежений інтерфейс оперативної взаємодії.

На практиці безпосередню взаємодію ІТС встановлюється з наступними зовнішніми диспетчерськими системами: оперативних служб, комунального транспорту, системи пасажирських і вантажних перевізників.

Архітектурна сумісність ІТС з ІС інших видів транспорту повинна забезпечуватися як мультивідомча інформаційна інтеграція ІТС з наступними основними сегментами: морський та річковий транспорт, залізничний транспорт, повітряний транспорт. Функціональна сумісність ІТС з інформаційними системами інших видів транспорту повинна бути спрямована на інформаційно-аналітичне забезпечення взаємодії різних видів транспорту та учасників транспортного процесу [16].

По всіх вказаних сегментах має бути забезпечено оперативне інформаційну взаємодію для здійснення наступних функцій управління на транспорті: управління інфраструктурою, транспортними засобами, включаючи диспетчерські і оперативні служби, учасниками дорожньо-транспортного руху, управління рухом і перевезеннями, оперативним реагуванням. Ці підсистеми відносяться до обов'язкового оперативного циклу інформаційної взаємодії. Для підтримки стратегічних завдань повинно бути забезпечено інформаційну взаємодію з підсистемами управління нормативно-правовим регулюванням і комплексними і цільовими заходами щодо забезпечення безпеки дорожнього руху та ін.

Для ефективного функціонування важлива вхідна інформація від суміжних систем - пасажиропотоки на транспорті, події на транспорті загального користування, зовнішні події, що зачіпають транспортну систему, інформація дорожніх, метеослужб ін.

Структура оперативного інформаційного обміну (збору інформації) ІТС з інформаційними системами інших видів

транспорту за поточною транспортної ситуації має наступний вигляд:

- дані з детекторів транспорту та мережі інженерних комплексів відеоспостереження;
- дані приймачів GPS транспортних засобів;
- дані про пасажиропотоки і події за всіма видами транспорту;
- дані про стан дорожньо-транспортної мережі, включаючи ремонтні роботи та ін.

Структура інформації, переданої в суміжні системи - інформаційним системам інших видів транспорту: дорожньо-транспортна обстановка; сценарії управління для диспетчерських служб; дані про прогнози; інформування та маршрутизація.

Взаємодії ІТС з іншими ІС здійснюється з метою постановки і рішення ряду функціональних завдань:

- ведення загальносистемного галузевого банку даних за видами транспорту і відповідним господарствам;
- ведення бібліотеки адміністративно-управлінських регламентів;
- ведення реєстрів майна, земельних ресурсів та об'єктів інфраструктури;
- ведення документообігу;
- забезпечення процесів управління інформаційно-аналітичною інформацією;
- ведення єдиної системи класифікації та кодування нормативно-довідкової інформації всіх рівнів сегмента ін.

Реалізація перерахованих вище та ряд інших завдань дозволяє створити єдиний інформаційний простір, що забезпечує можливості більш повного виконання керуючих функції в більш короткий час. скоротити термін підготовки і прийняття рішень по оперативним завданням ІТС, мінімізувати ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, завдяки використанню актуальної інформації для прийняття рішень скоротити час, необхідний для організації роботи оперативних служб, оптимізувати використання техніки та інших ресурсів.

Розглянемо завдання організації взаємодії в ІТС та застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій на прикладі моніторингу пара-

метрів залізничних транспортних засобів на великих металургійних підприємствах. Отримані в ході промислових випробувань результати дозволили зробити ряд висновків про ефективність сучасних технологій моніторингу, а також про шляхи їх подальшого вдосконалення і застосування при вирішенні задач оперативного планування з метою раціонального використання тягового рухомого складу, контролю експлуатаційних характеристик локомотивів, оцінки ефективності витрат робочого часу і палива [6].

При виконанні робіт по формуванню автоматизованої системи GPS моніторингу експлуатаційних характеристик тягового рухомого складу підприємств з метою уніфікації систем можна виділити кілька основних типів взаємодії рухомих об'єктів, а також рухомих об'єктів і інфраструктури, які а загалом представляють моделі інформаційної взаємодії об'єктів. Більш загальний розгляд та застосування цієї системи моделей дозволяє уніфікувати процедури вирішення ряду основних завдання кооперативної взаємодії в інтелектуальних системах на залізничному транспорті.

З метою встановлення зв'язків між моделями інформаційної взаємодії об'єктів і основними властивостями інтелектуальних технологій перевезень в ІТС необхідно вирішити наступні питання [17]:

1. Зміст і стандарти завдань кооперативної взаємодії об'єктів при виконанні перевезень.
2. Інформаційні структури завдань кооперативної взаємодії об'єктів при виконанні процесів перевезень.
3. Інформаційні моделі процедур кооперативної взаємодії об'єктів при залізничних перевезеннях.
4. Методи і технології реалізації інфраструктурних компонентів інтелектуального залізничного транспорту.

У достатньому для розуміння питання обсязі загальна структура моделей взаємодії може бути представлена так. Нехай передавач GPS рухомого об'єкта (контрольований) формує повідомлення, «прив'язані» до часу і місця, в форматі записів мови управління базами даних SQL, що містять параметри вимірю-

ваних технологічних (технічних та ін.) характеристик. Необхідно виконати процедури прийому, накопичення, аналізу, інтерпретації та моделювання процесів на основі цих даних, а також в загальному випадку реалізувати функції контролю, моніторингу та управління.

Класи і категорії завдань взаємодії залежать від:

- числа джерел даних, контрольованих об'єктів (один або багато),
- чи є серед них кілька взаємодіючих між собою об'єктів,
- чи є деякий об'єкт-джерело, відповідний системам інфраструктури,
- чи допускається перебудова системи передачі (змінюється число переданих параметрів по команді від «інфраструктури», від керуючого програмного забезпечення або ж від мікропроцесорної системи на борту),
- допускаються попереджувальні повідомлення в мобільну систему,
- допускаються команди управління, блокування, наприклад, при аварійному режимі, що не розпізнається мобільною системою,
- періодичність повідомлень і організації взаємодій,
- категорії або класи переданих повідомлень.

При створенні компонентів ІТС в рамках кожного з класів задач слід сформулювати протокол взаємодії, побудувати відповідну модель, реалізувати її засобами програмування і комунікацій.

Основна складність проблем побудови подібних систем телематичного (в тому числі машина-машинного) взаємодії відповідно до наведеними класами завдань формування взаємодії об'єктів в ІТС полягає в тому, що ці завдання мають різну математичну структуру, описуються різними математичними моделями. Рішення такого роду задач ускладнюється з урахуванням вимог до тимчасових характеристик систем моніторингу та управління, можливостями отримання і точності інформації про параметри технічних об'єктів тощо.

Таким чином, наведені вище класи завдань організації взаємодії між підсистемами ІТС промислового підприємства конкретизують і в певній мірі розширюють стандартизовані на даний момент види взаємодії об'єктів в ІТС [38].

Політичні рішення в сфері ІТС в Європі. У грудні 2008 року Європейська комісія прийняла план дій, який передбачає ряд цілеспрямованих заходів і пропозицій, мета якого полягає в створенні умов, необхідних для прискорення проникнення додатків ІТС на ринок послуг в Європі, затверджений у квітні 2009 року Європейським парламентом.

2.3. Напрямки розвитку ІТС залізничного транспорту в Україні

Зупинимося на деяких найближчих перспективах впровадження нових інформаційних технологій в перевізному процесі Укрзалізниці (УЗ) на базі автоматизованої системи АСК ВП УЗ-Є. Сучасний стан розвитку автоматизованих систем залізничного транспорту України в значній мірі визначається можливостями і перспективами АСК ВП УЗ-Є - автоматизованої системи інформаційного забезпечення перевізного процесу [14].

Основною метою впровадження системи супутникової навігації (ССН) є завдання моніторингу місця знаходження тягового рухомого складу в реальному режимі часу на полігоні УЗ. На сьогоднішній день на основі інформації, отриманої від систем супутникової навігації (рис 2.6), в АСК ВП УЗ-Є автоматично формуються події прибуття, відправлення і проходження рухомого складу на станціях УЗ і проходження контрольних постів депо. Дані ССН будуть використовуватися в задачах автоматичного ведення електронного маршруту машиніста, автоматичного ведення графіків виконаного руху поїздів. Технологія ССН забезпечує можливість автоматичного формування операцій, які раніше не підлягали обліку (операції проходження стиків між адміністраціями, операції між дорогами, переміщення тягового рухомого складу (ТПС) на перегонах, переміщення на станційних і під'їзних коліях підприємств). Однією з першочергових є завдання розрахунку часу роботи і простою рухомого складу, яка ефективно вирішується за даними ССН.

Сучасний етап автоматизації диспетчерського управління рухом об'єктів рухомого складу вимагає все більш детальних і все більш оперативних даних про місцезнаходження і стан цих об'єктів, що забезпечують дані від ССН. Ра-

зом з тим вирішується завдання формування комплексних систем. Так ефективним вирішенням проблеми диспетчеризації є перехід до використання в якості джерела первинних даних різних існуючих і створюваних систем залізничної автоматики, зокрема - систем диспетчерської централізації і диспетчерського контролю (ДЦ-ДК). Системи цього типу в реальному масштабі часу відстежують стан таких елементів колійного розвитку, як ізольовані ділянки шляху (рейкові кола), стрілочні переводи, сигнали світлофорів. Інтелектуальна обробка цих даних дозволяє оперативно вести моделі переміщень рухомих об'єктів по шляхах, обладнаним цими системами станцій і перегонів. А оперативне комплексування цих даних з інформацією, одержуваної від ССН, дозволяє без участі людини подолати головну проблему систем ДЦ-ДК - ідентифікувати відповідні рухомі об'єкти.

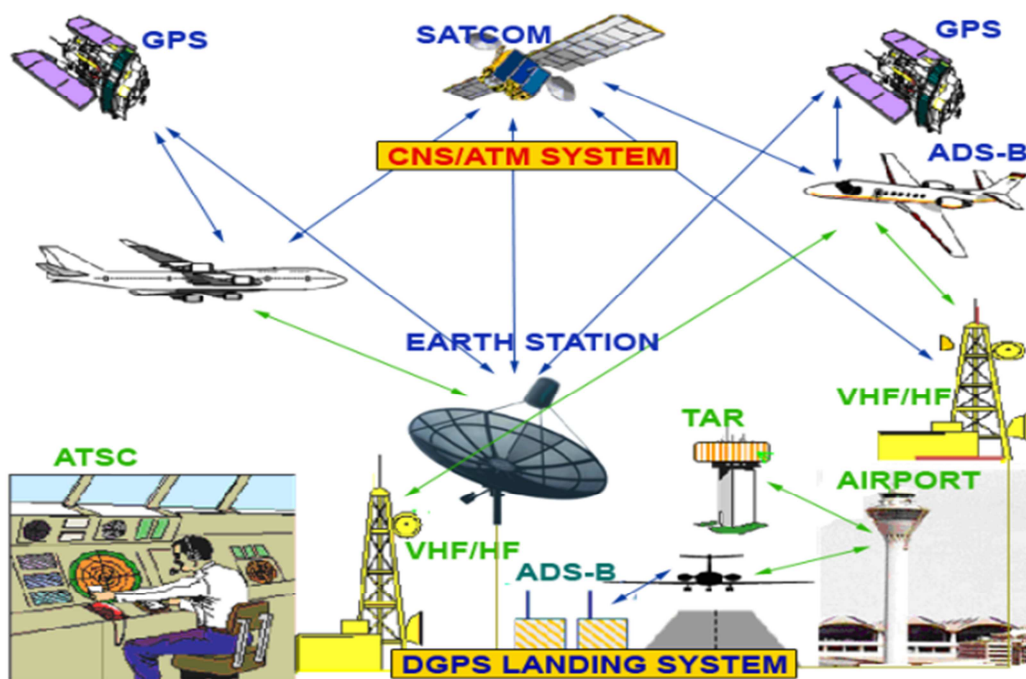


Рисунок 3.6 - Структура організації ІТС на основі супутникових навігаційних систем

Перспективним напрямком автоматизації Укрзалізниці на основі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій є розробка комплексної автома-

тизованої системи управління дорожнім господарством (АСУ-Шлях). При цьому одними з найскладніших завдань є - створення і супровід баз рейкошпалобалластних карт, уніфікованого графічного відображення і редагування схем полігонів залізничної мережі різного рівня деталізації, інформаційна інтеграція в загальну базу даних АСК ВП УЗ-Є вже існуючої автоматизованої системи колійного господарства - АСУ КВЛ-П. Вимагають автоматизації наступні завдання: забезпечення єдиного формалізованого опису полігонів для організації взаємодії з системами типу залізничної автоматики (ДЦ-ДК, «ПОНАБ», GPS- навігації і т.п.); забезпечення єдиного уніфікованого програмного інструментарію для створення графічних інтерфейсів в АРМах АСК ВП УЗ-Є, що використовують схеми залізничних колій; система автоматизації тягових розрахунків, планів формування на основі актуальних даних.

В автоматизованій системі управління локомотивного господарства (АСУ Т) виконуються роботи зі створення підсистеми «Електронний маршрут машиніста - ЕММ». Мета створення системи - перехід на автоматичне формування ЕММ по базам даних АСУ Т. В даний час реалізована програма формування окремих розділів ЕММ на основі оперативних динамічних моделей АСУ Т (поїзної, локомотивної, бригадної). Наступним етапом є автоматизація завдання формування ЕММ засобами залізничної автоматики.

Питання застосування глобальних навігаційних супутникових систем GPS для створення автоматизованої системи стеження і контролю за рухом поїздів при організації перевізного процесу є одними з центральних. Можливість виконання зазначених завдань передбачає оснащення технічними і програмними засобами об'єктів інфраструктури залізниць, рухомого складу (локомотивів, спеціального рухомого складу тощо.), Створення електронних схем об'єктів залізничної інфраструктури. На першому етапі реалізації проекту встановлено склад об'єктів залізничної інфраструктури, їх просторові координати. До них відносяться вхідні і вихідні стрілки станцій, осі роздільних пунктів, контрольних постів входів і виходів з локомотивних депо, вхідні, вихідні, маршрутні, прохідні сигнали і межа станції, план шляху на певних ділянках головних

колій. Локомотиви оснащуються бортовими інтелектуальними комплексами локомотива (БИКЛ-GNSS) в який входять: багатофункціональний індикатор машиніста - панельний комп'ютер; - мобільний навігаційний термінал GPS / GSM / GPRS; - програмне забезпечення для запису електронних треків і об'єктової інформації; - система контролю параметрів роботи локомотива. У складі технічних і програмних засобів також повинні бути застосовані наземні інтелектуальні комплекси (БИКЛ-GNSS).

У складі АСК ВП УЗ-Є створено програмне забезпечення для прийому повідомлень, які формуються БИКЛ, яке забезпечує реалізацію функцій автоматичного формування і обробки подій-повідомлень про рух локомотивів і поїздів. Для забезпечення можливості функціонування таких підсистем залізничних ІТС в системі АСК ВП УЗ-Е створена тимчасова модель GPS об'єктів інфраструктури і БИКЛ. Після підготовки базової інформації можливий моніторинг роботи локомотивів, оснащених (БИКЛ-GNSS). При цьому вирішується завдання порівняльного аналізу часу виконання технологічних операцій локомотивами, отриманого з повідомлень ДСП і за даними навігаційної системи. Застосування засобів ССН дозволяє отримати об'єктивні дані про розподіл часу роботи локомотивів в депо і на коліях станцій і перегонах, оцінити ефективність транспортних технологій.

2.4. Висновки за розділом 2

1. Розглянуто структуру інтелектуальних систем залізничного транспорту щодо їх використання у системах Укрзалізниці. В якості одного з першочергових завдань формування інтелектуальних систем залізничного транспорту на базі АСК ВП УЗ-Є виступає завдання автоматичного перетворення баз і сховищ даних в бази знань, які обслуговують потреби диспетчерського та керуючого персоналу залізничного транспорту.

2. Вивчено основні аспекти політики ЄС щодо вдосконалення систем залізничної автоматики шляхом використання інтелектуальних систем, що забезпечують виконання основних принципів інтероперабельності.

3. Сучасний стан розвитку автоматизованих систем залізничного транспорту України в значній мірі визначається можливостями і перспективами АСК ВП УЗ-Є - автоматизованої системи інформаційного забезпечення перевізного процесу.

4. Основною метою впровадження системи супутникової навігації (СН) є завдання моніторингу місця знаходження тягового рухомого складу в реальному режимі часу на полігоні УЗ.

5. Сучасний етап автоматизації диспетчерського управління рухом об'єктів рухомого складу вимагає все більш детальних і все більш оперативних даних про місцезнаходження і стан цих об'єктів, що забезпечують дані від СН.