

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу



02-02-219M

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних занять та самостійної роботи
з навчальної дисципліни

Інформаційні системи і технології на транспорті

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)» спеціальності 275
«Транспортні технології (за видами)» спеціалізації
«Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
всіх форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з
якості ННМІ
Протокол № 8 від 26.03.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інформаційні системи і технології на транспорті» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» спеціалізації «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» всіх форм навчання. [Електронне видання] / Клімов С. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 36 с.

Укладач: Клімов С. В. – к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

Відповідальний за випуск – Никончук В. М., в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, д.е.н., професорка.

Керівник групи забезпечення спеціальності – Хітров І. О.

© С. В. Клімов, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

1. Вступ.....	4
1.1. Анотація.....	4
1.2. Annotation	5
2. Програма навчальної дисципліни	5
2.1. Змістовий модуль 1. Основні поняття про інформаційні системи та технології.....	5
2.2. Змістовий модуль 2. Інформаційні технології в бортових системах автотранспортних засобів	6
2.3. Теми лабораторних занять.....	7
2.4. Самостійна робота	8
3. Лабораторна робота №1	10
3.1. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Вступ	10
3.2. Основні функції АСКДР	12
3.3. Компоненти та структура системи SEA TCS.....	12
3.4. Програмне забезпечення.....	13
3.4.1. Інтерфейс робочого місця диспетчера АСКДР	14
3.4.2. WEB-інтерфейс АРМ технолога системи SEA TCS	16
3.4.3. Інтерфейс для роботи адміністратора системи керування дорожнім рухом.....	18
3.5. Обладнання	19
3.5.1. Дорожні контролери.....	19
3.5.2. Світлофори.....	20
3.5.3. Знаки змінного повідомлення	21
3.5.4. Освітлення пішохідних переходів	23
3.6. Активне управління дорожнім рухом	23
4. Лабораторна робота №2	30
4.1. Опис ділової гри:.....	30
4.1.1. Підготовка:.....	30
4.1.2. Групова робота:	30
4.1.4. Рефлексія:.....	31
4.1.5. Заключні слова:	32
4.3. Оцінювання.....	32
Література.....	33

1. Вступ

Навчальна дисципліна «**Інформаційні системи і технології на транспорті**» вивчається студентами [ННМІ](#) за навчальним планом освітньо-професійної програми ступеня «бакалавр» Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» - <https://nuwm.edu.ua/nnmi/osvitni-prohramy/item/transportni-tekhnologii-na-avtomobilnomu-transporti-bakalavr>

Навчальна дисципліна представлена лекційним курсом, лабораторними заняттями та самостійною роботою. На навчальній платформі НУВГП в Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=5851>. Кількість кредитів ECTS – 4,0, загальний обсяг годин дисципліни складає 120 год.

Навчальна дисципліна дисципліни «Інформаційні системи і технології на транспорті» відноситься до основного блоку дисциплін фахової підготовки здобувача вищої освіти.

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються наступні методи оцінювання знань:

- поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля;
- оцінювання роботи на лекціях та лабораторних, виконання лабораторних завдань.

Для оцінювання знань використовується ЕКТС зі 100-бальною шкалою оцінювання.

1.1. Анотація

Навчальна дисципліна «Інформаційні системи і технології на транспорті» покликана допомогти майбутнім фахівцям розібратись в інформаційних технологіях, які застосовуються у транспортній галузі, зокрема для автомобільного транспорту. Студенти матимуть змогу отримати знання та навички використання сучасних розробок ІТ в транспортній сфері, як у питаннях організації автомобільних перевезень так і ІТ компонентів в транспортних засобах.

Предметом вивчення ОК є ІТ в транспортній сфері.

Метою ОК є формування у здобувачів вищої освіти знань, умінь і навичок використання сучасних інформаційних систем і технологій, які застосовуються на автомобільному транспорті, принципам, за якими вони функціонують, тенденціями їх розвитку.

Ключові слова: штучний інтелект, інформаційні системи, автоматизоване робоче місце (АРМ), бази даних, транспортні системи,

навігаційні системи, автомобільний транспорт, транспортні технології, бортові системи діагностики.

1.2. Annotation

The discipline "Information Systems and Technologies in Transport" is designed to help future professionals understand the information technologies used in the transport industry, in particular for road transport. Students will have the opportunity to acquire knowledge and skills in the use of modern IT developments in the transport sector, both in the organisation of road transport and IT components in vehicles.

The subject of the discipline is IT technologies in the transport sector.

The purpose of the discipline is to form knowledge, skills and abilities of higher education students to use modern information systems and technologies used in road transport, the principles on which they operate, trends in their development.

Keywords: Artificial intelligence (AI), information systems (IS), automated workstation (AWS), databases, transport systems (TS), navigation systems, automotive transport, transport technologies, on-board diagnostic systems (OBS).

2. Програма навчальної дисципліни

2.1. Змістовий модуль 1. Основні поняття про інформаційні системи та технології

Тема 1. Основні поняття про інформаційні системи та технології. Поняття інформаційної системи. Етапи розвитку інформаційних систем. Структура інформаційної системи (1), (2–6).

Тема 2. Класифікація, структура та основні елементи інформаційних систем. Класифікація інформаційних систем: за визначеними завданнями (сферою застосування), за ступенем автоматизації, функціональними ознаками та ін. Елементи інформаційних систем. Роль і значення інформаційних систем у покращенні транспортних процесів, (1–6).

Тема 3. Інформаційні технології, їх структура та класифікація. Поняття інформаційної технології. Розвиток автоматизованих інформаційних технологій. Інструменти, складові, функції та структура інформаційної технології. Класифікація інформаційних технологій: за способом реалізації систем; за ступенем охоплення завдань управління;

за класом реалізованих технологічних операцій; за типом інтерфейсу користувача; за способом побудови комп'ютерної мережі. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом (АСКДР), (1,2,4,7).

Тема 4. Інформаційні системи автотранспортних підприємств (далі – АТП). Загальна структурна інформаційної системи АТП. Автоматизоване робоче місце (АРМ) відділу кадрів; технічного відділу; диспетчера; водія; техніка з обліку палива, (1,2).

Тема 5. Засоби електронної ідентифікації. Класифікація засобів електронної ідентифікації. Схема роботи системи автоматичної ідентифікації. Штрих-кодова ідентифікація, засоби для нанесення та зчитування штрих-кодів. Транспортна етикетка, (1).

Тема 6. Навігаційні системи на транспорті. Інформаційні системи стеження за ТЗ. Галузь застосування, переваги та недоліки RFID-технології. Автоматизація контролю роботи ТЗ та стеження за вантажами. Застосування систем геолокації та навігації на транспорті. GPS та інші технології геолокації. (1), (8).

Тема 7. Бази даних та їх використання в інформаційних системах АРМ спеціалістів. Вступ: аналіз даних та великі дані в транспорті; обробка та аналіз даних для управління транспортними потоками; використання великих даних для покращення транспортних послуг (ШІ). Визначення баз даних. Моделі даних. Робота з таблицями баз даних, (3). Створення бази даних на комп'ютері. Створення запитів, прости запит та запит з параметром, (3). Безпека інформаційних систем у транспорті. Загрози кібербезпеки та заходи для їх запобігання (9,10). Захист інформаційних систем транспортних засобів, (11), (12), (13).

2.2. Змістовий модуль 2. Інформаційні технології в бортових системах автотранспортних засобів

Тема 8. Інтеграція сенсорів та IoT на транспорті. Інформаційні технології в системах керування автотранспортних засобів. Вступ: використання датчиків для збору інформації, інтернет речей (IoT) та його роль у транспорті. Основи інформаційних каналів зв'язку у розподілених системах керування. Огляд шин систем

автотранспортних засобів. Технології K-Line, CAN (Controller Area Network, LIN (Local Interconnect Network) (14), MOST (Media Oriented Systems Transport).

Тема 9. Місце інформаційних технологій в бортових системах діагностики автотранспортних засобів. Призначення бортових систем діагностики автомобіля. Місце інформаційних технологій в бортових системах діагностики автотранспортних засобів. Контрольно-вимірювальні прилади та засоби бортової діагностики, (8,15).

Тема 10. Стандарт бортових системах діагностики OBD-II. Історія формування і перспективи розвитку. Інтерфейси OBD. Коды помилок (fault codes). Доступні діагностичні дані OBD-II. Протоколи сигналу OBD-II (signal protocols). Інструменти сканування та платформи аналізу на базі ПК, (16–19).

2.3. Темы лабораторних занять

№ з/п	ТЕМА	Кількість годин:	
		Денна	Заочна
а		а	а
1	2	3	4
1	Ознайомлення з застосуванням автоматизованих систем на прикладі автоматизованої системи керування дорожнім рухом (АСКДР).	2	2
2	Ділова гра: "Етичні виклики в інформаційних системах транспорту"	2	-
3	Ознайомлення з програмними засобами з визначення тривалості та вартості виконання робіт з улаштування засобів організації дорожнього руху (улаштування горизонтальної дорожньої розмітки, установлення дорожніх знаків, бар'єрної огорожі та пристроїв примусового зниження швидкості) відповідно ДСТУ Б Д.2.2-27:2016.	2	-
4	Інформаційні системи автотранспортних підприємств Автоматизоване робоче місце (АРМ) відділу кадрів; технічного відділу; диспетчера; водія; техніка з обліку палива	2	2

1	2	3	4
5	Створення бази даних для використання в інформаційних системах АРМ спеціалістів.	2	-
6	Використання GPS та інших систем геолокації та навігації в додатки або транспортні системи	2	-
	Ознайомлення з застосуванням навігаційних систем та систем стеження за ТЗ на транспорті.	2	
7	Ознайомлення з інформаційними технологіями в системах керування автотранспортних засобів, застосування Controller Area Network (CAN).	2	
8	Ознайомлення з інформаційними технологіями в бортових системах діагностики автотранспортних засобів On-Board Diagnostics (OBD-2)	4	2
Всього годин (денна / заочна форма)		20	6

Перелік тем лабораторних занять може бути змінений при формуванні індивідуальної траєкторії навчання. Загальний обсяг в годинах залишається незмінним.

2.4. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання– 100 годин::

20 годин (0,5 год/1,0 год лекції та практичних занять) – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять;

24 години (6 год/1 кредит ECTS) – підготовка до контрольних заходів;

36 годин (3,6 год/1 тему) – підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять.

0 годин – індивідуальне навчально-дослідне завдання.

Всього: 80 годин.

Теми для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1	Тема 1. Основні поняття про інформаційні системи та технології.	4
2	Тема 2. Класифікація, структура та основні елементи інформаційних систем.	4
3	Тема 3. Інформаційні технології, їх структура та класифікація	3
4	Тема 4. Інформаційні системи автотранспортних підприємств.	3
5	Тема 5. Засоби електронної ідентифікації.	3
6	Тема 6. Навігаційні системи на транспорті. Інформаційні системи стеження за ТЗ.	3
7	Тема 7 Бази даних та їх використання в інформаційних системах АРМ спеціалістів.	4
8	Тема 8. Інформаційні технології в системах керування автотранспортних засобів.	4
9	Тема 9. Місце інформаційних технологій в бортових системах діагностики автотранспортних засобів.	4
10	Тема 10. Правові та етичні питання в інформаційних системах транспорту: 10.1. Регулювання та законодавство у сфері транспортних технологій (20). 10.2. Етичні виклики використання інформаційних систем на транспорті	4
	Разом:	36

3. Лабораторна робота №1

“Ознайомлення з застосуванням автоматизованих систем на прикладі автоматизованої системи керування дорожнім рухом (АСКДР).”

3.1. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Вступ

Удосконалена система управління дорожнім рухом ([Advanced Traffic Management System](#) – ATMS) є основною складовою інтелектуальної транспортної системи ([Intelligent Transportation System](#) – ITS), (21), яка використовується в США та інтегрує ряд технологій покращення потоку транспортних засобів та підвищення безпеки. Дані про дорожній рух у реальному часі з камер, датчиків швидкості тощо надходять до центру управління транспортом ([Transportation Management Center](#) – TMC), де вони інтегруються та обробляються (наприклад, для виявлення інцидентів), після чого можуть бути вжиті заходи, наприклад, маршрутизація руху, повідомлення [DMS](#), або інші VMS – variable- (also changeable-, electronic-, or dynamic-) message sign or message board, often abbreviated VMS, VMB, CMS, or DMS), (22) з метою покращення транспортного потоку. Національна архітектура ІТС у США визначає наступні основні цілі та метрики для ITS (23):

- Підвищення ефективності транспортної системи (Increase transportation system efficiency)
- Підвищення мобільності (Enhance mobility)
- Підвищення безпеки (Improve safety)
- Зменшення споживання палива та екологічних витрат (Reduce fuel consumption and environmental cost)
- Підвищення економічної продуктивності (Increase economic productivity)
- Створення середовища для ринку ІТС (Create an environment for an ITS market)

Основні області функціонування системи управління дорожнім рухом:

- Моніторинг дорожнього руху в реальному часі (Real-time traffic monitoring)
- Моніторинг та керування динамічними інформаційними знаками ([Dynamic message sign](#) monitoring and control), (22)

- Моніторинг інцидентів (Incident monitoring)
- Моніторинг та керування дорожніми камерами ([Traffic camera monitoring and control](#))
- Активне управління дорожнім рухом / [Active traffic management \(ATM\)](#)
- Контроль і управління в ланцюжку поїздок / Chain control, (24)
- Моніторинг та керування системою регулювання доступу на виїзд на автостраду / [Ramp meter monitoring and control](#)
- Управління магістралями / Arterial management
- Моніторинг та керування світлофорами / [Traffic signal monitoring and control](#), (25), (26)
- Автоматизовані системи оповіщення / Automated warning systems
- Моніторинг інформаційної системи дорожньої погоди / [Road Weather Information System \(RWIS\) monitoring](#)
- Дорожнє консультативне радіо / [Highway advisory radio](#)
- Управління та контроль міського руху / [Urban traffic management and control](#)

[Ramp meter](#) (система регулювання доступу на виїзд на автостраду), ramp signal (рамповий сигнал) або metering light (вимірювальний ліхтар) – це пристрій, зазвичай основний світлофор ([traffic light](#)) або двосекційний сигнальний ліхтар (тільки червоний і зелений, без жовтого) разом із сигнальним контролером, який регулює потік транспорту, що в'їжджає на автостради ([freeways](#)) відповідно до поточних умов руху. Системи Ramp meter довели свою ефективність у зменшенні заторів ([traffic congestion](#)) і підвищенні безпеки водіїв, (27).

Розглянемо структуру та роботу автоматизованої системи керування дорожнім рухом (АСКДР) на прикладі системи українського виробництва від компанії СЕА, яка дозволяє одночасно регулювати дорожній рух, моніторити працездатність світлофорних об'єктів та контролювати вуличне освітлення, (28).

Завдяки впровадженню автоматизованого комплексу засобів контролю дорожнього руху можна вирішити наступні завдання:

- зменшити завантаженість доріг та ймовірність появи заторів;
- забезпечити зв'язок зі світлофорними об'єктами та оперативний контроль їх функціонування;

- попередити надмірний знос дорожнього покриття;
- узгодити режими роботи світлофорів задля пониження інтенсивності транспортного потоку;
- знизити рівень шуму та концентрацію вихлопних газів у місцях скупчення транспортних засобів;
- значно підвищити рівень безпеки на дорогах і оперативність управління дорожнім рухом.

3.2. Основні функції АСКДР

Доступ працівників диспетчерського центру до усіх можливостей системи автоматизованого керування дорожнім рухом АСКДР SEA TCS (**Traffic Control System**) здійснюється через вебінтерфейс робочих місць та дорожніх контролерів RTC, (28). Основні функції АСКДР:

- Локальне і **координоване управління рухом** транспорту на об'єктах вулично-дорожньої мережі;
- Диспетчеризація окремих світлофорних об'єктів та їх груп;
- Безперервний **моніторинг та діагностика** стану периферійного обладнання (дорожніх контролерів RTC, світлофорів та ін.);
- Відображення стану світлофорної сигналізації та циклограм у реальному масштабі часу;
- **Динамічний режим "зелена хвиля"** — одночасне керування світлофорами, інформаційними табло (виведення рекомендованої швидкості руху для водіїв), електронними дорожніми знаками та освітленням пішохідних переходів.

3.3. Компоненти та структура системи SEA TCS

При розробці АСКДР необхідно дотримуватись вимог сучасних методів побудови систем автоматизації та діючих нормативних документів, зокрема, (29):

- ДСТУ 4158 – 2003 Безпека дорожнього руху. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Загальні вимоги.
- [ДСТУ 4157 – 2003](#) Безпека дорожнього руху. Засоби технічні периферійні автоматизованих систем керування дорожнім рухом. Типи. Загальні технічні вимоги та вимоги безпеки.

- ДСТУ 4241 – 2003 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні та інформаційні табло зі зміною інформацією. Загальні технічні ВИМОГИ.

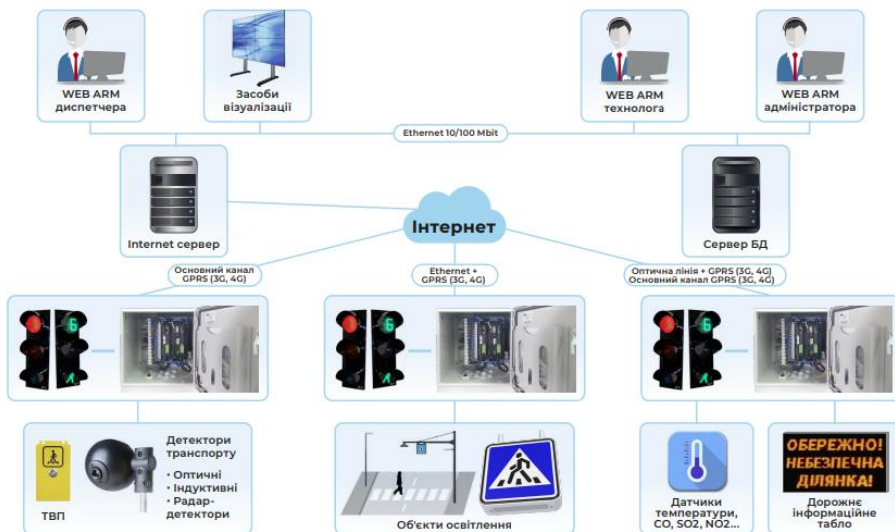


Рис. 1. Компоненти та структура системи SEA TCS, (28)

3.4. Програмне забезпечення

Виконання загальносистемних та серверних функцій, обробка та обмін даними, функціонування програмних модулів, WEB-сервера, дорожніх контролерів і системи в цілому підтримується **програмним забезпеченням АСКДР SEA TCS**, яке включає, (28):

- вбудоване ПЗ ДК та WEB-інтерфейс
- сервер БД та Інтернет сервер
- ПЗ WEB-порталу з інтерфейсами АРМ.

Обробка даних у АСКДР здійснюється за допомогою програмного забезпечення SEA TCS, яке побудовано за клієнт-серверною архітектурою:

- **Клієнти** – дорожні контролери RTC, автоматизовані робочі місця користувачів системи, програмні модулі та об'єкти ПЗ;
- **Серверна частина** – сервер баз даних (зберігання інформації, обмін даними) та Інтернет сервер (підтримка загальносистемних та сервісних функцій, а також функціонування програмних модулів та WEB-порталу).

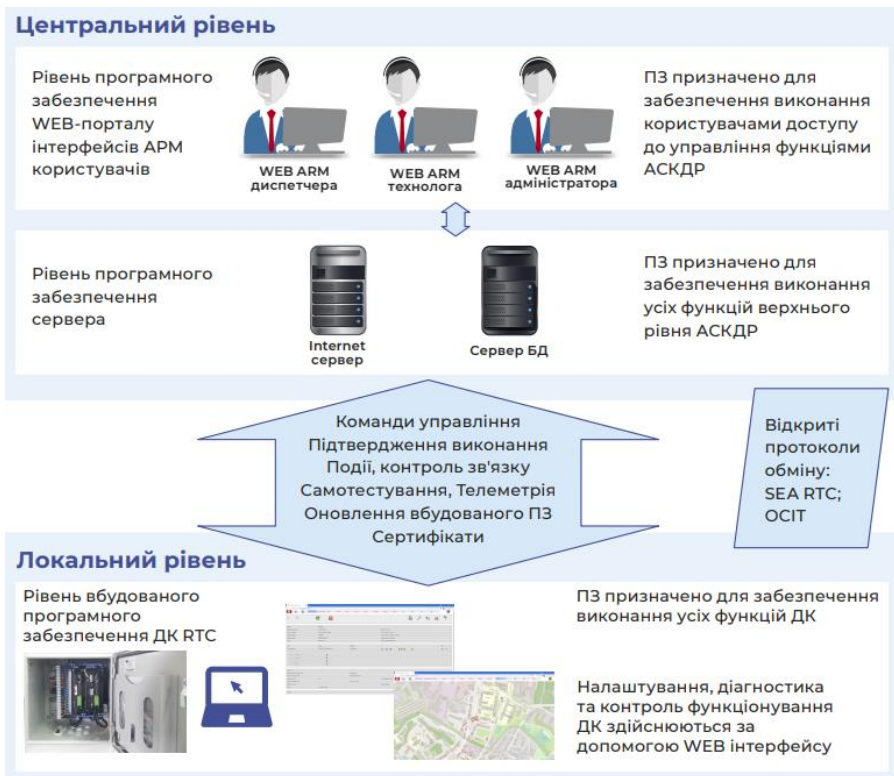


Рис. 2. Клієнт-серверна архітектура АСКДР SEA TCS, (28)

3.4.1. Інтерфейс робочого місця диспетчера АСКДР

Основні можливості:

- спостереження за станом і параметрами ДК та інших об'єктів АСКДР;
- управління маршрутами пріоритетного проїзду (ввімкнення / вимкнення ділянок маршруту);
- управління магістралями координації;
- управління станом одного або груп перехресть;
- візуалізація циклограм та моделювання роботи об'єкта у реальному часі;
- протоколювання усіх повідомлень та дій оператора АСКДР.

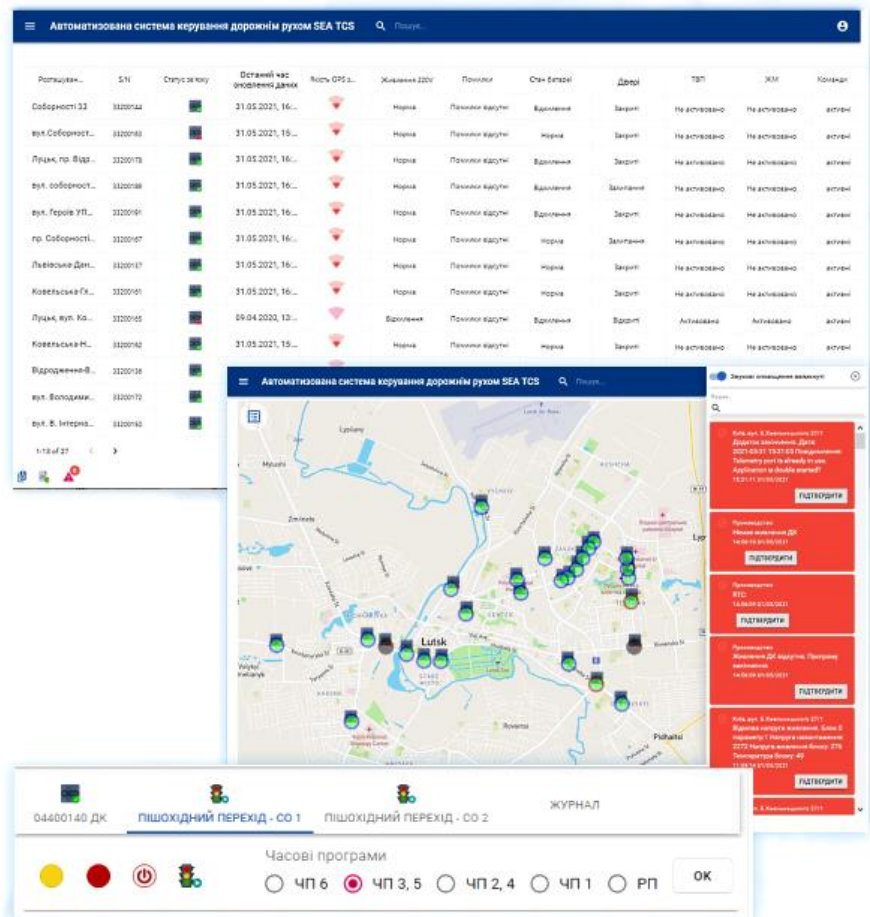


Рис. 3. Інтерфейс робочого місця диспетчера АСКДР, (28)

Картка обраного об'єкта надає інформацію про стан обладнання обраного ДК (дорожнього контролера), режимів роботи світлофорних об'єктів (СО), якими він керує, відображає наявні циклограми обраного СО, журнал надісланих / виконаних команд та інших повідомлень, (28).

Для пошуку потрібного ДК та СО для детального контролю та аналізу їх стану використовують номер або адресу на мапі.

Панель журналів та повідомлень призначена для відображення всіх подій в АСКДР. Всі критичні події та повідомлення супроводжуються звуковим сигналом та відображаються на

бокової панелі критичних повідомлень. Після обробки та внесення коментарів (у разі необхідності), ці сповіщення переносяться в загальний журнал системи.

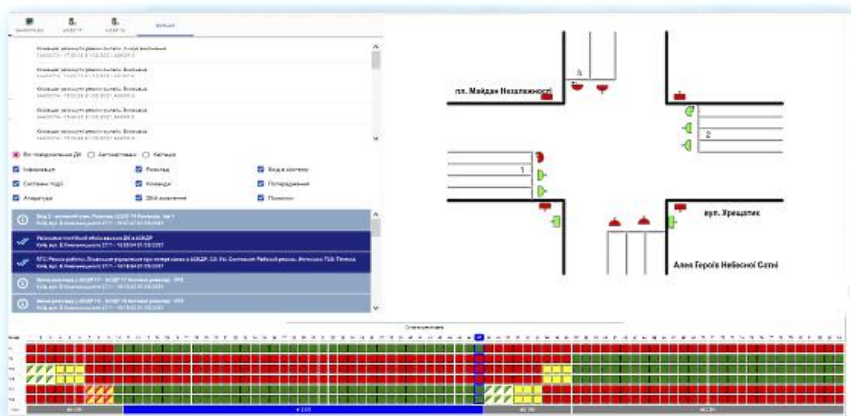
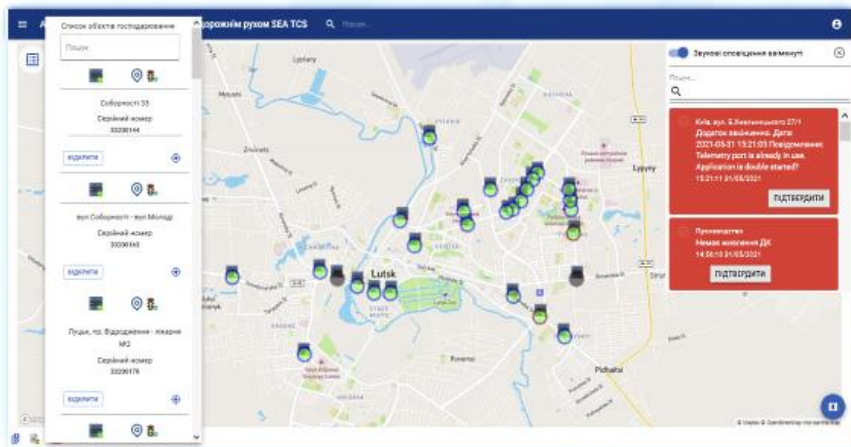


Рис. 4. Панель журналів та повідомлень, (28)

3.4.2. WEB-інтерфейс АРМ технолога системи SEA TCS

Доступні функції WEB-інтерфейсу, (28):

- конфігурація часових програм СО та підготовка файлів конфігурацій ДК для застосування на об'єктах;

- додавання ДК до системи після їх фізичного встановлення на об'єктах вулично-дорожньої мережі – створення магістралей координованого руху та магістральних планів координації;

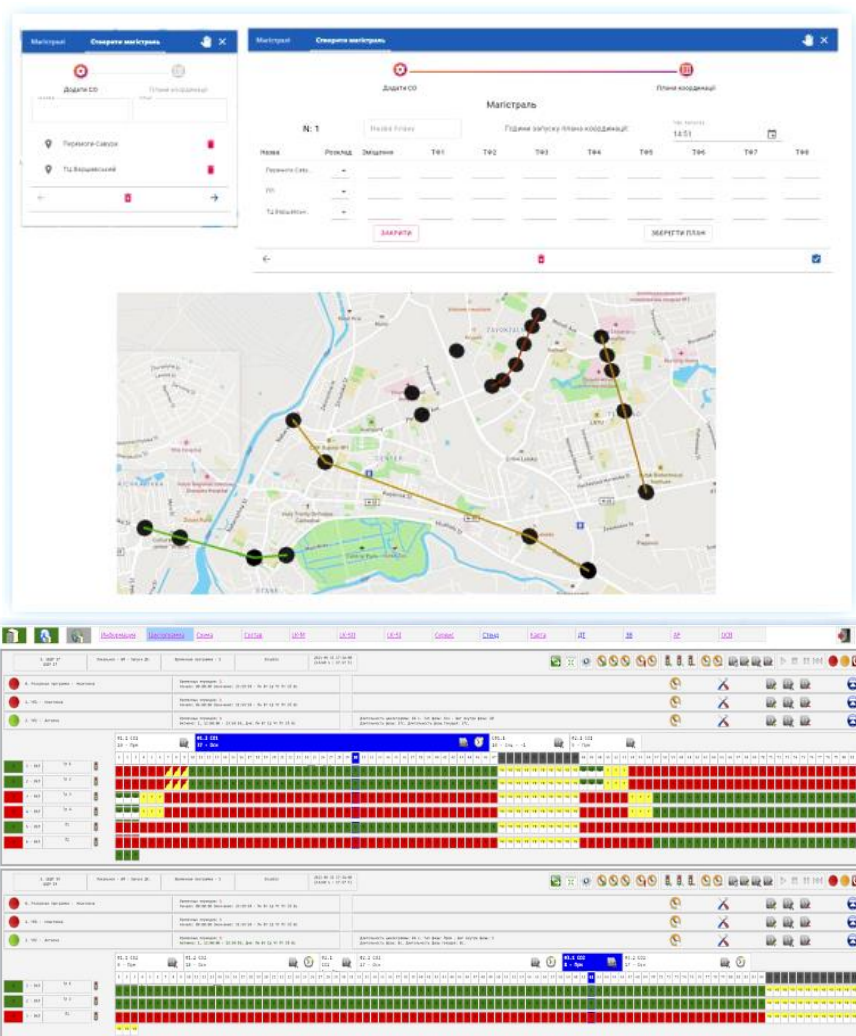


Рис. 5. WEB-інтерфейс АРМ технолога системи SEA TCS, (28)

- ДК SEA RTC може керувати одним або декількома незалежними СО в залежності від топології об'єкта;
- налаштування ДК дозволяють вносити необмежену кількість добових програм;
- налаштування добових програм мають гнучкі можливості за рахунок наявності функціоналу роботи з різними типами фаз (основна, проміжна, адаптивна, «зелена хвиля», ТВП, спеціальна, технологічна). Кількість та тривалість циклів циклограм не обмежено.

3.4.3. Інтерфейс для роботи адміністратора системи керування дорожнім рухом

The screenshot displays the 'Автоматизована система керування дорожнім рухом SEA TCS' interface. At the top, it shows 'Україна' and a user profile icon. Below is a table titled 'Групи об'єктів системи' with a '+ СТВОРИТИ ГРУПУ' button. The table lists various locations and their associated controllers and editing options.

Назва	Опис	Контролери	Редагування
Україна	гоот	2	
Київ	м. Київ	4	...
Краматорськ	Краматорськ	1	...
Дарницький	Дарницький	0	...
с. Урнів	Святошинський	1	...
вул. Закревського	вул. Закревського	0	...
SAAS АСКДР - Луцьк	Система АСКДР м. Луцьк на умовах SAAS	29	...
Бахмут		1	...
Біла Церква		1	...
Харків		1	...

Overlaid on the bottom right is a 'Створити користувача' (Create user) modal window with the following fields:

- Ім'я *
- Прізвище *
- По-батькові *
- Посада *
- Службовий номер
- Емейл *
- Логін у системі *
- Рівень доступу (dropdown menu)
- Пароль *
- Підтвердження паролю *

Buttons at the bottom of the modal: ОЧИСТИТИ, ЗАКРИТИ, СТВОРИТИ.

Below the screenshot is an icon of a person at a computer with the text 'WEB ARM адміністратора'.

Рис. 6. Інтерфейс для роботи адміністратора системи керування дорожнім рухом, (28)

Основні можливості управління:

- додавання / редагування та блокування акаунтів користувачів;
- створення груп користувачів у разі розгалуженої штатної структури підприємства, що обслуговує АСКДР;
- налаштування роботи сервера системи та СУБД;
- проведення періодичного архівування БД та технічного обслуговування системи.

3.5. Обладнання

- a) [Дорожні контролери](#)
- b) [Світлофори](#)
- c) [Дорожні знаки зі змінною інформацією](#)
- d) [Освітлення пішохідних переходів](#)
- e) Відеокамери та детектори транспорту



Рис. 7. Обладнання системи SEA TCS, (28)

3.5.1. Дорожні контролери

Дорожні контролери (ДК), або Road traffic controller (RTC) - технічні периферійні засоби автоматизованих систем керування дорожнім рухом, забезпечує реалізацію функцій АСКДР згідно ДСТУ 4157:2003, а також:

- локальне і координоване управління світлофорними об'єктами в складі дорожніх інформаційних систем різного ступеня інтеграції;
- діагностику та моніторинг ланцюгів навантаження дорожніх світлофорів та інших елементів управління.



Рис. 8. Дорожні контролери (ДК), (28)

3.5.2. Світлофори

Залежно від призначення світлофори поділяють на групи (30):

- транспортні (Т);
- пішохідні (П).

У кожній групі світлофори поділяють на типи залежно від функційного призначення і виконання відповідно до додатка А, ДСТУ 4092-2002, (30).

Світлофорам надано індекси, в яких:

- літера відповідає групі,
- перша цифра — типу світлофора,
- друга — варіанту виконання.

У позначенні табло зворотного відліку часу цифра відповідає варіанту виконання. Приклад умовного позначення дорожнього транспортного світлофора (Т), першого типу (1), другого варіанту виконання (2): Світлофор Т1.2

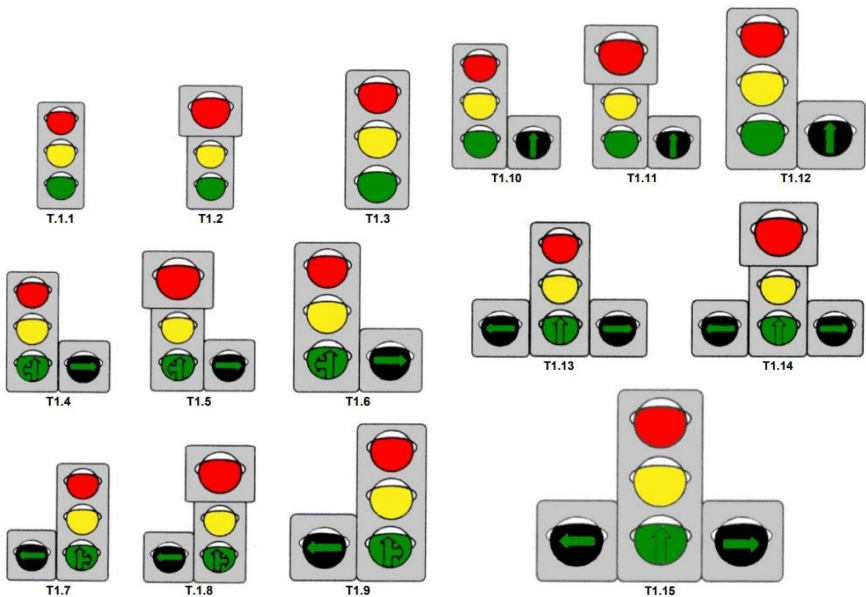


Рис. 9. Типи та виконання транспортних світлофорів типу 1 відповідно ДСТУ 4092-2002

Приклад умовного позначення дорожнього пішохідного світлофора (П), першого типу (1), другого варіанту виконання (2) з

табло зворотного відліку часу (ТВЧ) другого варіанту виконання (2): Світлофор П1.2.ТВЧ.2 .

У Частині 4 (31) розглядаються такі типи та застосування дорожніх світлофорів: світлофори для регулювання дорожнього руху (traffic control signals); велосипедні світлофори (bicycle signal faces); гібридні світлофори (hybrid beacons); пішохідні світлофори (pedestrian signal heads); прямокутні проблискові маячки (rectangular rapid flashing beacons); світлофори для руху аварійних транспортних засобів (emergency-vehicle traffic control signals) та багато інших.

3.5.3. Знаки змінного повідомлення

Дорожні знаки зі змінною інформацією – змінний (variable-, VMS) також changeable-, (22,32) електронний (electronic-) або динамічний (dynamic-, DMS) знак або дошка повідомлень, часто скорочено VMS , VMB , CMS або DMS, а у Великобританії відомий як матричний знак (matrix sign), (33) є електронний дорожній знак, який часто використовують на дорогах, щоб надати водіям інформацію про особливі події на дорозі. Такі знаки попереджають про затори, аварії, такі інциденти, як терористичні атаки, AMBER / Silver / Blue Alerts, зони дорожніх робіт або обмеження швидкості на певній ділянці шосе. У міських районах VMS використовуються в системах керування паркуванням та інформаційних системах, щоб направляти водіїв до доступних місць для паркування. Вони також можуть попросити транспортні засоби вибрати альтернативні маршрути, обмежити швидкість руху, попередити про тривалість і місце події, повідомити про умови дорожнього руху або відобразити загальні повідомлення про громадську безпеку, (22).

Технології та типи

Ранні знаки зі змінними повідомленнями включали статичні знаки зі словами, які світилися (наприклад з використанням неонових трубок), що вказували на тип інциденту, що стався, або знаки, які використовували обертові призми (трилони, trilons), щоб змінити повідомлення, що відображається. Пізніше їх замінили матричні дисплеї, які зазвичай використовували технологію eggcrate , волоконно-оптичну (fiber optic) або фліп-диск (flip-disc), які могли відображати набагато ширший діапазон повідомлень, ніж попередні статичні змінні знаки повідомлень. З кінця 1990-х років найпоширенішою технологією, що використовується в нових

установках для знаків зі змінними повідомленнями, є світлодіодні дисплеї **LED displays**. В останні роки деякі нові світлодіодні LED таблички зі змінними повідомленнями мають можливість відображати кольоровий текст і графіку.

Інформація надходить від різноманітних систем моніторингу та спостереження за дорожнім рухом. Очікується, що, надаючи інформацію в режимі реального часу про особливі події на зустрічній дорозі, VMS може покращити вибір маршруту водіями, скоротити час у дорозі, пом'якшити тяжкість і тривалість інцидентів і покращити роботу транспортної мережі.

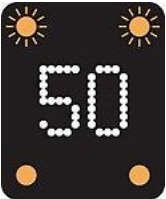
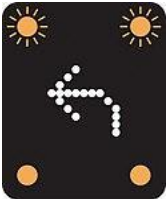
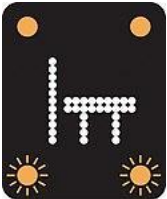
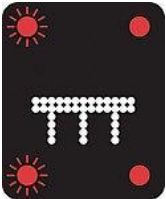
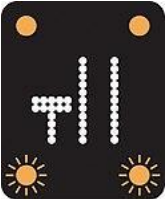
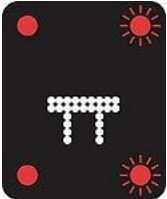
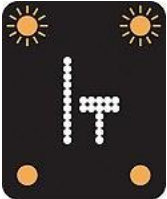
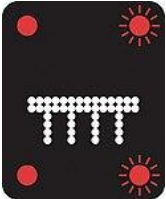
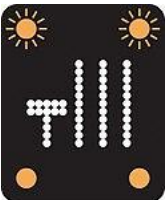
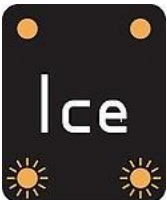
			
50 miles per hour (80 km/h) temporary speed limit.	Leave motorway at next exit.	Lane 2 and 3 are closed ahead.	All 3 lanes closed.*
			
Lane 1 is closed ahead	All 2 lanes closed.*	Lane 2 is closed ahead	All 4 lanes closed.*
			
Risk of Ice ahead			

Рис. 10. Приклади знаків зі змінними повідомленнями у Великій Британії

3.5.4. Освітлення пішохідних переходів

Значна кількість ДТП на пішохідних переходах у нічний період (34,35) вимагає вжиття певних технічних рішень, зокрема використання належного освітлення пішохідних переходів. Пішохідний перехід повинен бути видимим за різних погодних умов і в різний час доби. Таке освітлення має забезпечувати належні умови для розпізнавання водієм дорожньої обстановки та спостереження за силуетом пішохода, а для пішохода – спостереження за оточенням, пішохідними переходами та транспортними засобами, що наближаються. На сьогодні є [пропозиції](#) до освітленості для виділених світильників, що реалізують позитивний яскравий контраст, що використовуються в зоні пішохідних переходів, (35).

3.6. Активне управління дорожнім рухом

Активне керування транспортуванням і попитом (Active transportation and demand management ATDM) – це здатність транспортного агентства покращувати надійність поїздки, безпеку та пропускну здатність наземної транспортної системи шляхом розгортання операційних стратегій, які динамічно керують і контролюють попит на подорожі та рух, а також доступну пропускну здатність на основі переважаючих і очікуваних умов, (36). Завдяки використанню доступних інструментів і ресурсів, зокрема АСКДР, агентства керують транспортним потоком і впливають на поведінку учасників дорожнього руху у режимі реального часу для досягнення операційних цілей, таких як запобігання або відстрочення аварій, підвищення безпеки, сприяння екологічним аспектам транспортних перевезень, зокрема скорочення викидів та/або максимізація ефективності системи. ATDM може включати кілька підходів, що охоплюють управління попитом, управління трафіком і управління паркуванням, (24).

[Активне управління дорожнім рухом](#) (Active traffic management – ATM) є однією з трьох категорій стратегій ATDM разом із активним керуванням попитом (active demand management – ADM) і активним керуванням паркуванням (active parking management – APM). ATM охоплюють широкий спектр нетрадиційних рішень, які агентства можуть застосовувати для підвищення ефективності своїх транспортних засобів. Ця ефективність досягається шляхом переходу від статичних підходів до більш активних і динамічних операцій з

трафіком, які працюють відповідно до коливань попиту та змінних умов. Дедалі частіше впроваджуються тимчасові та постійні АТМ.

АТМ – це динамічне керування періодичними та одноразовими заторами на основі переважаючих і прогнозованих рішень щодо трафіку.

Стратегії АТМ спрямовані на максимум ефективності об'єкта та мережі, збільшуючи пропускну здатність і безпеку. Характеристики стратегій АТМ включають інтегровані системи, передові технології, збір і аналіз даних у реальному часі, а також автоматизоване динамічне та/або проактивне розгортання (Рис. 11), (Табл. 4.1).



Рис. 11. Стратегії АТМ, (24)

Таблиця 4.1

Стратегії активного управління трафіком АТМ, (24)

Стратегія	Визначення	Операційні сценарії	Географія застосування
1	2	3	4
ARM (адаптивне вимірювання швидкості)	Розгортання сигналів світлофора на пандусах для динамічного контролю швидкості, з якою транспортні засоби в'їжджають на автостраду. Використовує реагуючі на трафік або адаптивні алгоритми (на відміну від завчасно запланованих або фіксованих ставок), які можуть оптимізувати локальні або загальносистемні умови.	Повторювані затори; заплановані спеціальні заходи (PSE)	Об'єкти обмеженого доступу
ATSC (адаптивний контроль сигналів світлофора)	Безперервний моніторинг умов руху на магістралях і черги на перехрестях, а також динамічне коригування синхронізації сигналів для згладжування транспортного потоку узгодженими маршрутами та оптимізації однієї чи кількох операційних цілей (наприклад, мінімізація загальних зупинок і затримок або збільшення зелених смуг). Також відомий як реагуючий та/або мультимодальний преференційний контроль сигналу.	Мінливість і непередбачуваність попиту; надмірні затримки та зупинки	Артерії (Arterials)

1	2	3	4
<p>DJC (Dynamic Junction Control)</p>	<p>Динамічний розподіл смуг доступу на магістральних смугах і смугах для з'їздів у зонах розв'язки з великим інтенсивним трафіком, де відносний попит на магістралі та з'їздах змінюється протягом дня. Завдяки використанню знаків магістральні смуги можна закривати або перетворювати на виїзди, відкривати узбіччя тощо, щоб забезпечити в'їзд або виїзд із транспорту.</p>	<p>Важкі зони переплетення/злиття; робочі зони (P3); PSE</p>	<p>Розв'язки; вмикання/вимкнення пандусів</p>
<p>DLR (Dynamic Lane Reversal)</p> <p><i>Реверсивна смуга; зустрічна смуга; приливний потік</i></p>	<p>Розворот однієї або всіх смуг для динамічного розподілу пропускної здатності перевантажених доріг, що дозволяє пропускній здатності краще відповідати попиту на трафік протягом дня. Зміна смуги може включати зміну кількості доступних смуг для кожного напрямку шляхом фізичного переміщення бар'єрів або знаків.</p>	<p>Зміщення напрямку до ранку та вечора на керованих смугах і/або магістралях; управління надзвичайними ситуаціями; PSE</p>	<p>Об'єкт обмеженого доступу; багатосмугові артерії</p>

1	2	3	4
<p>DLUC (Динамічний контроль використання смуги)</p> <p><i>Динамічне призначення смуги</i></p>	<p>Динамічне закриття або відкриття окремих смуг руху відповідно до гарантії та надання попереднього попередження про закриття (закриття), як правило, через динамічні контрольні знаки смуги, щоб безпечно злити рух на суміжні смуги. Часто встановлюється в поєднанні з DSPL, а також підтримує стратегії ATM DShL і DJC .</p>	<p>управління інцидентами; використання плеча; реверсивні смуги; керовані смуги</p>	<p>Деякі або всі смуги об'єкта; мости; тунелі</p>
<p>DShL (Dynamic Shoulder Lane)</p> <p><i>Часткове використання плеча; жорсткий біг на плечі; шина на плечі; динамічні плечові смуги</i></p>	<p>Динамічне уможливлення використання узбіччя як смуги руху на основі рівнів заторів у періоди пікового навантаження та у відповідь на інциденти чи інші умови, як це виправдано протягом періодів непікового навантаження. Може бути обмежено для певних типів транспортних засобів або пасажирів. Ця стратегія часто реалізується в поєднанні з DSpL і DLA . Статичні, часові підходи зазвичай не входять у визначення.</p>	<p>Повторювані затори; управління інцидентами; керовані смуги (на основі зайнятості або на основі автомобіля)</p>	<p>Будь-який об'єкт з наявними плечима</p>

1	2	3	4
<p>QW (попередження про чергу)</p>	<p>Відображення попереджувальних повідомлень у режимі реального часу (зазвичай на динамічних знаках із повідомленнями та, можливо, у поєднанні з миготливими вогнями) уздовж дороги, щоб попередити автомобілістів про черги або значні затори, таким чином зменшуючи кількість аварій ззаду та підвищуючи безпеку. QW може бути включений як частина стратегій DSpL і DLA . Статичні знаки QW не включені в це визначення.</p>	<p>Повторювані затори; управління інцидентами; WZs</p>	<p>Визначте конкретні, заздалегідь відомі проблемні зони</p>
<p>DSpl (Dynamic Speed Limit)</p> <p><i>Змінне обмеження швидкості; гармонізація швидкості</i></p>	<p>Коригування відображення обмеження швидкості на основі дорожнього руху, дороги та/або погодних умов у реальному часі. Можуть бути обов'язковими (нормативними) обмеженнями швидкості або рекомендованими рекомендаціями щодо швидкості та можуть застосовуватися до всього сегмента дороги чи окремих смуг. Цей процес «згладжування» допомагає мінімізувати різницю між найнижчою та найвищою швидкостями автомобіля.</p>	<p>Повторювані затори; погода; управління інцидентами; WZs</p>	<p>Точково специфічний; об'єкт</p>

1	2	3	4
<p>Динамічне керування злиттям (DMC)</p> <p><i>Динамічне пізнє злиття; динамічне раннє злиття</i></p>	<p>Динамічне керування в'їздом транспортних засобів у зони об'єднання з серією порадових повідомлень, що наближаються до точки з'єднання, які готують автомобілістів до майбутнього об'єднання та заохочують або спрямовують послідовну поведінку при об'єднанні. Умовно застосоване під час перевантажених (або майже перевантажених) умов, таких як робоча зона, це може допомогти створити або підтримувати безпечні розриви злиття та зменшити ударні хвилі перед точками злиття.</p>	<p>Повторювані затори; WZs</p>	<p>Об'єкти обмеженого доступу; артерії; місце спеціфічне</p>

4. Лабораторна робота №2

Ділова гра: "Етичні виклики в інформаційних системах транспорту"

Ділова гра — метод пошуку рішень в умовній проблемній ситуації. Елементи ділової гри: розподіл за ролями, змагання, особливі правила тощо. Ділова гра застосовується як метод активного навчання її учасників з метою вироблення у них навичок прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, а також як засіб тестування здібностей, (37).

Навчальна ділова гра (38) спрямована на вирішення етичних проблем та прийняття рішень у сценаріях інформаційних систем у транспорті, тому має бути цікавою та корисною для студентів, які вивчають транспортні технології. Ось ідея для такої гри:

Назва гри: "Етичні виклики в інформаційних системах транспорту"

4.1. Опис ділової гри:

4.1.1. Підготовка:

Проводиться вступна міні-лекція (до 5 хв). Формуємо кілька сценаріїв, в яких студенти будуть вирішувати етичні питання, пов'язані із застосуванням інформаційних систем у транспорті (до 10 хв).

Сценарії:

Кожен сценарій може включати в себе виклики, такі як:

1.1. Прийняття рішень щодо використання GPS-даних:

1.1.1. Якщо компанія отримує дані від GPS-трекерів, як вони повинні зберігати та використовувати цю інформацію?

1.2. Безпека автономних транспортних засобів:

1.2.1. Які етичні питання виникають при розробці та використанні автономних автомобілів у великих містах?

1.3. Контроль за транспортом з використанням відеоспостереження:

1.3.1. Як обмежити використання відеоспостереження в транспортних системах, зберігаючи при цьому приватність громадян?

4.1.2. Групова робота:

Студенти діляться на групи, і кожна група опрацьовує один із сценаріїв (до 25 хв). Кожна група висуває кандидата, який готує свою

програмну промову і виступає з нею.

Опрацювання включає в себе пошук інформації із запропонованого сценарію (виклику) в мережі інтернет. Корисним має бути не тільки теоретичні матеріали, але й практичні приклади ситуацій, які описані з достатньою кількістю деталей. Доцільним також є використання публікацій наукових досліджень, наприклад (39), які є у вільному доступі, зокрема з використанням науково-метричних баз даних:

- **Scopus** – <https://www.scopus.com/>, <https://www.sciencedirect.com/> ;
- **Web of Science** – <https://www.webofscience.com/> ;
- **Academia.edu** – <https://www.academia.edu/>;
- **Google Scholar** – <https://scholar.google.com.ua/> .

Статі у популярних транспортних журналах:

- Transportation Research Part C: Emerging Technologies <https://www.sciencedirect.com/journal/transportation-research-part-c-emerging-technologies> CiteScore – 15.5, Impact Factor – 8.3.

- IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (T-ITS) <https://www.sciencedirect.com/org/journal/journal-of-intelligent-transportation-systems> <https://ieeetitss.org/pub/t-its/> : CiteScore (Scopus) – 8.5 (2022), Impact Factor – 3,6 (2022), SNIP – 1.775 (2022) (Source Normalized Impact per Paper): кількість цитувань на статтю в журналі, поділена на потенціал цитування в галузі.

- Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations <https://www.sciencedirect.com/org/journal/journal-of-intelligent-transportation-systems> <https://www.tandfonline.com/journals/gits20> .

- Transportmetrica B: Transport Dynamics <https://www.tandfonline.com/journals/ttrb20> <https://www.sciencedirect.com/org/journal/transportmetrica-a-transport-science> .

4.1.3. Обговорення:

Кожна група повинна представити свої рішення та аргументувати їх етичну обґрунтованість. Проводиться обговорення, де інші студенти можуть ставити питання та висловлювати свої думки. Тривалість – до 10 хв на тему.

4.1.4. Рефлексія:

Після гри проводиться сесія рефлексії, під час якої студенти можуть

обговорити свої враження, вивчені уроки та перспективи. Загальна тривалість – до 10 хв.

4.1.5. Заключні слова:

Закривається гра короткими висновками, підкреслюється важливість етичних питань у розвитку транспортних технологій. Тривалість – 5...7 хв.

Загальний бюджет часу гри – 80 хв.

4.3. Оцінювання

При оцінюванні ступені досягнення мети гри та розвитку студентів, планується використання наступних методів оцінювання:

Участь у грі:

Буде оцінюватись активність студентів під час групової роботи та обговорення сценаріїв. Буде проводитись оцінювання, наскільки студенти активно взаємодіють, діляться своїми думками та приймають участь у процесі вирішення етичних завдань.

Аргументація рішень:

Буде оцінюватись здатність студентів аргументувати свої рішення щодо етичних питань. Чи зрозуміло було пояснено свій вибір та доведена його обґрунтованість?

Обговорення:

Буде оцінюватись якість обговорення, яке відбувається під час презентацій груп. Які питання ставлять інші студенти? Як вони висловлюють свої думки та доповнюють аргументацію?

Рефлексія:

Коротка сесія рефлексії, де студенти можуть поділитися своїми враженнями від гри, вивченими уроками та власними перспективами. Також буде звертатись увага на зроблені висновки та відповіді на запитання.

Заклучні висновки:

Викладач резюмує результати гри та підкреслюються ключові моменти щодо етичних викликів у транспортних інформаційних системах. Мені важливо, як студенти бачать необхідність урахування етичних питань у розвитку транспортних технологій.

Література

1. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Кужель В. П. Інформаційні системи і технології на автомобільному транспорті [Інтернет]. Видавництво ВНТУ. 2021 [цит. за 10, Листопад 2023]. Доступний у: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/610>
2. Косарев О. Й., Косарев А. И., Мержвинська А. М., Мержвинская А. Н. Інформаційні системи на транспорті : конспект лекцій [Інтернет]. Видавництво НАУ, м. Київ, Україна; 2001 Січ [цит. за 10, Листопад 2023]. Доступний у: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/25975>
3. Далека В. Х., Сорока К. О., Будниченко В. Б. Інформаційні технології на транспорті : навчальний посібник. [Інтернет]. Харківська національна академія міського господарства; 2012 [цит. за 10, Листопад 2023]. Доступний у: <https://eprints.kname.edu.ua/25620/>
4. Мормуль М. Ф., Радченко Д. С. Сучасні технології на транспорті. В Тернопіль; 2019 [цит. за 12, Листопад 2023]. Доступний у: https://core.ac.uk/display/286944481?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1
5. Мулеса О. Ю, Варга Я. В. Інформаційні системи та реляційні бази даних [Інтернет]. Ужгород : ДВНЗ УНУ; 2023 [цит. за 14, Листопад 2023]. 132 с. Доступний у: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/49919>
6. Ситник В. Ф., Писаревська Т. А., Єрьоміна Н. В., Краєва О. С. Основи інформаційних систем [Інтернет]. Київ : КНЕУ; 2001 [цит. за 14, Листопад 2023]. 420 с. Доступний у: <https://javalibre.com.ua/java-book/book/2911027>
7. Кір'янов О. Ф., Мороз М. М., Бойко Ю. О. Інформаційні технології на автомобільному транспорті [Інтернет]. Кременчуц. нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. Харків : Друкарня Мадрид; 2015 [цит. за 14, Листопад 2023]. 270 с. Доступний у: https://pidru4niki.com/81319/tehnika/informatsiyne_tehnologiyi_na_avtomobilnomu_transporti
8. Симбірський Г. Д. Інформаційні технології в управлінні автотранспортними засобами. 2021 [цит. за 14, Листопад 2023]; Доступний у: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/handle/123456789/4006>
9. Офіційний вебпортал парламенту України [Інтернет]. [цит. за 20, Листопад 2023]. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 травня 2021 року «Про Стратегію кібербезпеки України». Доступний у: <https://zakon.rada.gov.ua/go/447/2021>
10. Стратегія кібербезпеки України: цілі та пріоритети [Інтернет]. [цит. за 20, Листопад 2023]. Доступний у:

- <https://armyinform.com.ua/2021/08/27/strategiya-kiberbezpeky-ukrayiny-czilita-priorytety/>
11. Офіційний вебпортал парламенту України [Інтернет]. [цит. за 20, Листопад 2023]. Деякі питання функціонування Єдиного державного реєстру транспортних засобів. Доступний у: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1336-20>
 12. Офіційний вебпортал парламенту України [Інтернет]. [цит. за 20, Листопад 2023]. Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах. Доступний у: <https://zakon.rada.gov.ua/go/80/94-%D0%B2%D1%80>
 13. Грайворонський М. В., Новіков О. М. Безпека інформаційно-комунікаційних систем [Інтернет]. Видавнича група ВHV; 2009 [цит. за 20, Листопад 2023]. Доступний у: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/44867>
 14. Local Interconnect Network. В: Wikipedia [Інтернет]. 2023 [цит. за 15, Листопад 2023]. Доступний у: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Local_Interconnect_Network&oldid=1154883839
 15. Gubach M, Klimov S, Litvinchuk A. Oxygen sensors in determining the technical condition of the catalytic converter using on-board diagnostics systems. В: Book of Papers [Інтернет]. Zhytomyr: ZSTU; 2021 [цит. за 15, Листопад 2023]. с. 216–7. Доступний у: <https://conf.ztu.edu.ua/current-trends-in-young-scientists-research-april-22-2021/>
 16. On-board diagnostics. В: Wikipedia [Інтернет]. 2023 [цит. за 15, Листопад 2023]. Доступний у: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=On-board_diagnostics&oldid=1185070270
 17. Elm Electronics - OBD ICs [Інтернет]. [цит. за 15, Листопад 2023]. Доступний у: <https://www.elmelectronics.com/obdic.html#ELM327>
 18. OBDII - Діагностичні коди проблем - Анатомія DTC [Інтернет]. [цит. за 30, Серпень 2019]. Доступний у: <http://www.obdii.com/dtcanatomy.html>
 19. Клімов С. В., Корсюк Р. О. Витратоміри повітря двигунів внутрішнього згоряння автомобілів та їх діагностування OBD2 сканерами. В: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти. Рівне : НУВГП; 2020. с. 92–6.
 20. Волік В. В. Правове регулювання транспортної діяльності в Україні : навчально-методичний посібник [Інтернет]. 2020 [цит. за 20, Листопад 2023]. Доступний у: <http://repository.mdu.in.ua/jspui/handle/123456789/1416>

21. Intelligent transportation system. В: Wikipedia [Інтернет]. 2023 [цит. за 13, Лютий 2024]. Доступний у: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Intelligent_transportation_system&oldid=1186003924
22. Variable-message sign. В: Wikipedia [Інтернет]. 2023 [цит. за 13, Лютий 2024]. Доступний у: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Variable-message_sign&oldid=1176202857
23. Advanced Traffic Management System. В: Wikipedia [Інтернет]. 2023 [цит. за 13, Лютий 2024]. Доступний у: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Advanced_Traffic_Management_System&oldid=1185298024
24. Active Traffic Management (ATM) Implementation and Operations Guide - Chapter 1. Introduction - FHWA Office of Operations [Інтернет]. [цит. за 13, Лютий 2024]. Доступний у: <https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop17056/chap1.htm>
25. Bell MGH. Future directions in traffic signal control. Transp Res Part Policy Pract. 01, Липень 1992;26(4):303–13.
26. Oliveira LF, Manera L, Luz P. Development of a Smart Traffic Light Control System With Real-Time Monitoring. IEEE Internet Things J. 01, Березень 2021;8:3384–93.
27. Ramp meter. В: Wikipedia [Інтернет]. 2024 [цит. за 13, Лютий 2024]. Доступний у: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ramp_meter&oldid=1197976163
28. » АСКДР - Автоматизована Система Керування Дорожнім Рухом | Компанія СЕА [Інтернет]. [цит. за 18, Січень 2024]. Доступний у: <https://www.sea.com.ua/ua/svetofofnaya-produkciya/kompleksnaa-sistema-upravlenia-doroznym-dvizeniem/>
29. НДЦ з безпеки дорожнього руху МВС України. ДСТУ 4158-2003 Безпека дорожнього руху. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Загальні вимоги. [Інтернет]. 2003 [цит. за 13, Лютий 2024]. Доступний у: https://dnaop.com/html/61083/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_4158-2003/
30. ДСТУ 4092-2002 Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки [Інтернет]. [цит. за 03, Березень 2024]. Доступний у: https://dorndi.org.ua/files/upload/прДСТУ_4092_1_ред.pdf
31. MUTCD 11th Edition - FHWA MUTCD [Інтернет]. [цит. за 03, Березень 2024]. Доступний у: https://mutcd.fhwa.dot.gov/kno_11th_Edition.htm

32. Category:900 TRAFFIC CONTROL - Engineering_Policy_Guide [Інтернет]. 2023 [цит. за 03, Березень 2024]. Доступний у: https://web.archive.org/web/20231130002509/https://epg.modot.org/index.php/Category:900_TRAFFIC_CONTROL
33. The Traffic Signs Regulations and General Directions 1994 [Інтернет]. King's Printer of Acts of Parliament; [цит. за 03, Березень 2024]. Доступний у: <https://www.legislation.gov.uk/uksi/1994/1519/contents/made#mdiv36>
34. Budzynski M, Jamroz K, Mackun T. Pedestrian safety in road traffic in Poland. В: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing; 2017. с. 042064.
35. Tomczuk P, Jamroz K, Mackun T, Chrzanowicz M. Lighting requirements for pedestrian crossings – positive contrast. MATEC Web Conf. 2019;262:05015.
36. Overview: About ATDM: Active Transportation and Demand Management - FHWA Operations [Інтернет]. [цит. за 03, Березень 2024]. Доступний у: <https://ops.fhwa.dot.gov/atdm/about/index.htm>
37. Ділова гра. В: Вікіпедія [Інтернет]. 2019 [цит. за 03, Березень 2024]. Доступний у: https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%B3%D1%80%D0%B0&oldid=26471480
38. Кулішов В. С. Дидактика вищої школи : навчально-методичний посібник [Інтернет]. Біла Церква : БІНПО ДЗВО «УМО» НАПН України; 2022. 142 с. Доступний у: https://lib.iitta.gov.ua/731992/1/Дидактика%20ВШ_посібник.pdf
39. Клімов С. В., Никончук В. М., Хітров І. О. Застосування технологій штучного інтелекту в інформаційних системах на автомобільному транспорті. *Вісник НУВГП*. Зб. наук праць. Рівне. 2024.