

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

02-02-248М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни
«Безпека транспортної діяльності»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні
технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275
«Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27
«Транспорт» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з
якості навчально-наукового
механічного інституту
Протокол №4 від 31.12.2024 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Безпека транспортної діяльності» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Хітров І. О., Козак С. В. – Рівне : НУВГП, 2025. – 46 с.

Укладачі:

Хітров І. О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент;

Козак С. В., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. екон. наук, доцент.

Відповідальний за випуск – Никончук В. М., в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, д-р. екон. наук.

Керівник групи забезпечення спеціальності – Хітров І. О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент.

© І. О. Хітров,
С. В. Козак, 2025
© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
Практична робота №1. Визначення балансу параметрів дорожнього руху та їх моделювання	5
Практична робота № 2. Аналіз безпекових ризиків перевізного маршруту	7
Практична робота № 3. Оцінка екологічної безпеки перевізного процесу	11
Практична робота № 4. Оцінка безпеки водіїв під час виконання перевезень	13
Практична робота №5. Безпечна діяльність транспортно-виробничого підприємства	15
Рекомендована література	28

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Безпека транспортної діяльності» є важливою складовою професійної підготовки здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)». Її вивчення спрямоване на формування у студентів знань, умінь і навичок, необхідних для забезпечення безпечної діяльності у сфері транспортних технологій.

Практичні роботи, як невід’ємна частина освітнього процесу, дозволяють здобувачам освіти:

- закріпити теоретичні знання, отримані під час лекційного курсу;
- розвинути практичні навички аналізу, оцінки та забезпечення безпеки транспортної діяльності;
- виробити алгоритми дій у стандартних і нестандартних ситуаціях, пов’язаних із транспортною діяльністю.

Виконання практичних завдань допоможе здобувачам освіти усвідомити важливість забезпечення безпеки на всіх етапах транспортної діяльності, починаючи від планування перевезень і закінчуючи технічним обслуговуванням транспортних засобів.

Практичні роботи організовано з урахуванням актуальних вимог до транспортної інфраструктури, сучасних технологій і міжнародного досвіду. Це забезпечує високий рівень професійної підготовки майбутніх фахівців, здатних ефективно працювати у сфері транспортних технологій та відповідати за безпечну експлуатацію автомобільного транспорту.

Таким чином, успішне виконання практичних робіт сприятиме підвищенню професійної компетентності студентів і формуванню відповідальності за забезпечення безпеки транспортної діяльності в майбутній професійній діяльності.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

ВИЗНАЧЕННЯ БАЛАНСУ ПАРАМЕТРІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТА ЇХ МОДЕЛЮВАННЯ

Мета: Оцінити і змоделювати баланс параметрів дорожнього руху, таких як швидкість, щільність і інтенсивність руху, та визначити, як ці параметри взаємодіють для досягнення безпечних і ефективних перевізних умов.

Завдання:

- визначити основні параметри дорожнього руху (швидкість, щільність, інтенсивність);
- змоделювати залежність між цими параметрами;
- розрахувати оптимальні значення для кожного з параметрів для забезпечення безпеки та ефективності дорожнього руху;
- визначити вплив різних факторів (погода, дорожнє покриття, інтенсивність руху) на параметри дорожнього руху.

Теоретична основа

Основні параметри дорожнього руху:

- швидкість (V): середня швидкість транспортних засобів на даній ділянці дороги.
- щільність (K): кількість транспортних засобів на одиницю довжини дороги, зазвичай виражається у кількості автомобілів на кілометр.
- інтенсивність (Q): кількість транспортних засобів, які проїжджають через певну точку або перехрестя за одиницю часу (наприклад, автомобілі на годину).

Залежність між цими параметрами можна виразити через основну характеристику дорожнього руху:

$$Q = K \cdot V \quad (1.1)$$

Значення для моделювання. Оптимальна швидкість на ділянці дороги визначається на основі дорожніх умов, інтенсивності руху та безпеки. Зазвичай оптимальна швидкість на автомагістралях становить 90-110 км/год, на міських вулицях – 40-50 км/год.

Щільність визначається як кількість транспортних засобів на одиницю довжини дороги. Вона змінюється в залежності від інтенсивності руху.

Інтенсивність залежить від кількості транспортних засобів, що рухаються по дорозі.

Приклад: Розрахунок інтенсивності та щільності для міської дороги

Відомо:

- швидкість на даній ділянці дороги $V = 50$ км/год.

- щільність руху $K = 20$ автомобілів на км.

Визначимо інтенсивність руху:

$$Q = K \cdot V = 20 \cdot 50 = 1000 \text{ авто/год.}$$

Отже, інтенсивність руху складає 1000 автомобілів на годину.

Зміна інтенсивності при зміні щільності. Якщо щільність на дорозі збільшується до $K = 30$ автомобілів на км, при тій самій швидкості $V = 50$ км/год, інтенсивність руху зміниться:

$$Q = K \cdot V = 30 \cdot 50 = 1500 \text{ авто/год.}$$

Тобто інтенсивність збільшиться до 1500 автомобілів на годину.

Моделювання впливу погодних умов та дорожнього покриття. Погіршення погодних умов (дощ, сніг, туман) зазвичай призводить до зниження швидкості транспорту і збільшення щільності руху. Моделюємо це за допомогою коефіцієнта, який коригує швидкість та щільність.

Наприклад, при дощі швидкість руху зменшується на 20%, а щільність може зрости на 10%.

Якщо без дощу: $V = 50$ км/год; $K = 20$ автомобілів

Тоді при дощі:

- нову швидкість руху можна розрахувати як:

$$V_{\text{дощ}} = V \cdot (1 - 0,2) = 50 \cdot (1 - 0,2) = 40 \text{ км/год.}$$

- нову щільність розрахуємо як:

$$K_{\text{дощ}} = K \cdot (1 + 0,1) = 20 \cdot 1,1 = 22 \text{ авто/км.}$$

Моделюємо інтенсивність:

$$Q_{\text{дощ}} = V_{\text{дощ}} \cdot K_{\text{дощ}} = 22 \cdot 40 = 880 \text{ авто/год.}$$

Отже, при дощі інтенсивність руху зменшиться до 880 автомобілів на годину, оскільки швидкість знизилась, хоча щільність зростає.

Визначення оптимальних значень параметрів для безпеки.

Для безпеки на дорозі важливо підтримувати оптимальний баланс між швидкістю, щільністю та інтенсивністю руху. Надмірна щільність на дорозі може призвести до аварій, а дуже висока швидкість – до серйозних наслідків у разі аварії.

Рекомендації для забезпечення безпеки:

- оптимальна щільність: для міських доріг щільність повинна бути в межах 15-30 автомобілів на км, для автомагістралей – до 50 автомобілів на км;

- оптимальна швидкість: для забезпечення безпеки та ефективності руху рекомендується підтримувати швидкість у межах 40-60 км/год на міських дорогах, 80-100 км/год на автомагістралях;

- інтенсивність: інтенсивність руху повинна бути такою, щоб уникати заторів і забезпечити комфортний потік транспортних засобів.

Класичний підхід описує зміну інтенсивності транспортного потоку від щільності, (причому одному і тому ж значенню інтенсивності відповідають різні щільності (різні швидкості) – точка A та B на рис. 1.1. При збільшенні щільності

потоків виникає «ударна хвиля», яка спрямована назустріч руху основного потоку, зменшуючи його швидкість, і впливаючи на зміну основних параметрів.

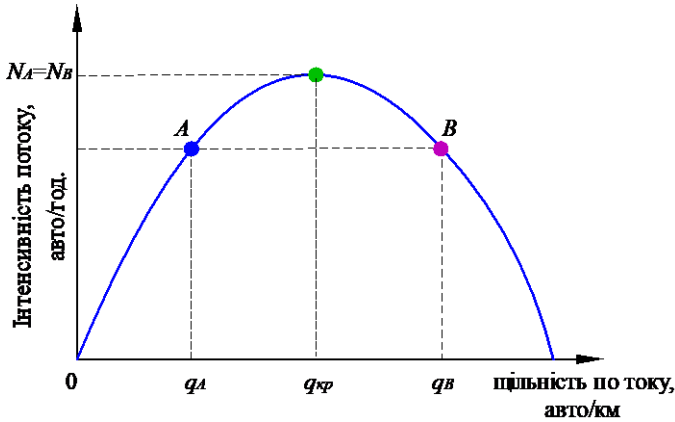


Рис. 1.1. Класична діаграма опису транспортного потоку

Вільний режим руху транспортного потоку характеризується тим, що щільність і інтенсивність зростають (точка *D* на рис. 1.2), тоді ліву частину графіка можна описати рівнянням (Абрамова 2018)

$$N_{max} = V \cdot q_{кр}. \quad (1.2)$$

Точка *B* [$q_{max}; 0$] відповідає максимальній щільності потоку (інтенсивність і швидкість рівні 0), праву частину діаграми можна побудувати виходячи із залежності (Абрамова 2018)

$$N_{max} = c \cdot (q_{max} - q_{кр}). \quad (1.3)$$

Отже, визначаючи координати точки переходу правої частини діаграми в ліву частину діаграми, можна отримати рівність (Абрамова 2018)

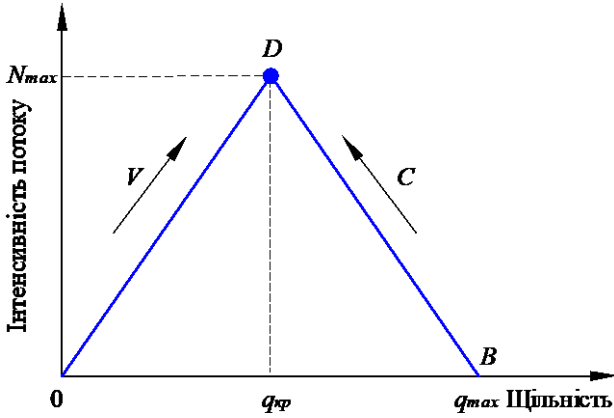


Рис. 1.2. Спрощена (трикутна) діаграма опису транспортного потоку

$$V \cdot q_{кр} = c \cdot (q_{max} - q_{кр}). \quad (1.4)$$

При цьому діапазон зміни критичної щільності $q_{кр}$ (верхньої «+» і нижньої межі «-» – рис. 1.3) при відомій швидкості вільного руху $V_{вр}$ можна визначити як (Абрамова 2018)

$$q_{кр}^+ = \frac{N_{вх}^+}{V_{вр}}, \quad q_{кр}^- = \frac{N_{вх}^-}{V_{вр}}. \quad (1.5)$$

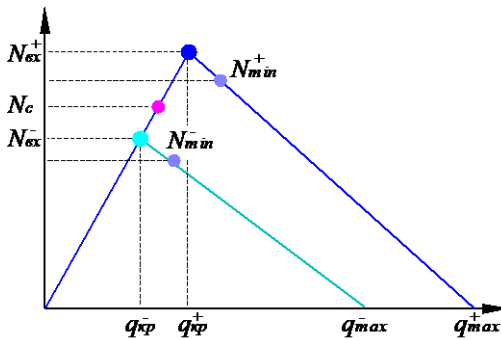


Рис. 1.3. Графоаналітичний метод опису транспортного потоку (Абрамова 2018)

В свою чергу швидкість поширення «ударної хвилі» c з урахуванням невизначеності можна визначити наступним співвідношенням (Абрамова 2018)

$$c^+ = \frac{N_{\text{ВХ}}^+}{q_{\text{кр}}^+ - \frac{N_{\text{ВХ}}^+}{V_{\text{ВР}}}}; \quad c^- = \frac{N_{\text{ВХ}}^-}{q_{\text{кр}}^- - \frac{N_{\text{ВХ}}^-}{V_{\text{ВР}}}}. \quad (1.6)$$

Концентрація транспортних засобів, що виникає в щільному потоці, утворює «ударні хвилі», які рухаються назустріч основному потоку і впливають на зміну основних параметрів (Абрамова 2018)

$$N_{\text{min}}^+ = (V_{\text{ВР}} - c^+) \cdot q_{\text{кр}}^+; \quad N_{\text{min}}^- = (V_{\text{ВР}} - c^-) \cdot q_{\text{кр}}^-. \quad (1.7)$$

Для навчальних цілей можна прийняти, що транспортний потік (ймовірність проїзду певної кількості транспортних засобів через перехрестя) описується рівнянням Пуассона $P_n(t)$ (Григорук 2019)

$$P_n(t) = \frac{(\lambda_i t)^n}{n!} \cdot e^{-\lambda_i t} \quad (1.8)$$

де λ_i – інтенсивність транспортного потоку за напрямками, $i = 1 \dots n$;

t – тривалість світлофорного циклу, сек;

n – кількість транспортних засобів, які проїжджають перехрестя за період t .

Охарактеризуємо кожен окрему смугу руху як одноканальну систему масового обслуговування СМО (кожен напрямок має певну кількість смуг руху в обраному напрямі, наприклад напрям 1 має дві смуги руху в одному напрямі) – табл.

Характеристика системи масового обслуговування напряму
виділеної смуги руху

Показник	Вхідний потік за смугами руху				
	1-пр-С	1-лів-А	2-пр-А	2-лів-С	...
Тривалість дозвільного сигналу світлофор t_3					
Середній час обслуговування одного транспортного засобу $t_{об}$					
Інтенсивність обслуговування вхідного транспортного потоку за одну секунду $\mu = 1/t_{об}$					
Інтенсивність вхідного потоку λ_i					
Інтенсивність вхідного потоку за повний цикл світлофорного регулювання, $\lambda_{ци} = \lambda_i \cdot T$					
Інтенсивність обслуговування вхідного транспортного потоку за дозвільним сигналом світлофорного регулювання, $\mu_{ци} = \mu_i \cdot t_3$					
Завантаженість кожної смуги, $\rho_i = \frac{\lambda_{ци}}{\mu_{ци}}$					

Якщо при розрахунках параметр системи $\rho_i > 1$, це вказує на високу завантаженість каналу із наростаючим збільшенням кількості транспортних засобів з утворенням черги внаслідок неможливості виконати маневр в одній фазі світлофорного регулювання (рекомендується зміна фаз регулювання із розмежуванням потоків).

Оптимізуємо пропускну здатність перехрестя за інтенсивностями обслуговування вихідних потоків за фазами регулювання з обмеженнями тривалості світлофорних циклів у вигляді цільової функції (наприклад, для розділеного трифазного регулювання)

$$P = A \cdot t_1 + B \cdot t_2 + C \cdot t_3 \rightarrow \max \quad (1.9)$$

з обмеженнями:

$$\begin{cases} \frac{\lambda_{\text{ц1}}}{\mu_{\text{ц1}}} \leq 0,95 \\ \frac{\lambda_{\text{ц2}}}{\mu_{\text{ц2}}} \leq 0,95 \\ \frac{\lambda_{\text{ц3}}}{\mu_{\text{ц3}}} \leq 0,95 \\ T_1 \leq T \leq T_2 \end{cases} \quad (1.10)$$

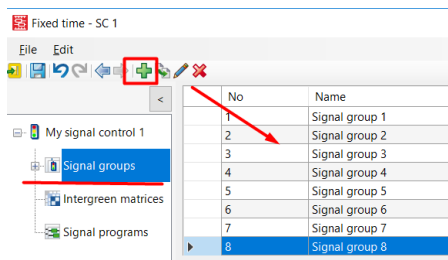
де A, B, C – коефіцієнти інтенсивності обслуговування вихідних потоків

Знайшовши розв’язок за допомогою «пошуку рішень» отримуємо нові значення тривалості фаз регулювання.

В програмному забезпеченні Vissim здійснюємо побудову перехрестя і з світлофорним режимом (за допомогою контролерів сигналів в наступній послідовності:

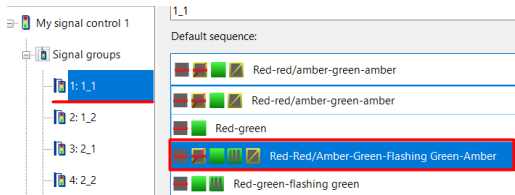
1. Вибираємо світлосигнальні пристрої (у верхньому меню вкладки «Управління сигнальними пристроями» далі «Світлосигнальні пристрої» і додаємо їх.

2. Створюємо сигнальну групу із заданою кількістю світлофорних об’єктів (наприклад, 4 світлофорів для кожного напрямку і для пішоходів).

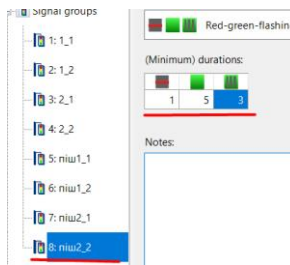
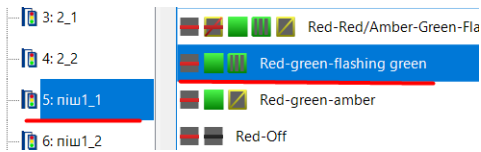


3. Для кожної створеної «Сигнальної групи» задаємо тип світлофора і відповідні тривалості світлофорних циклів:

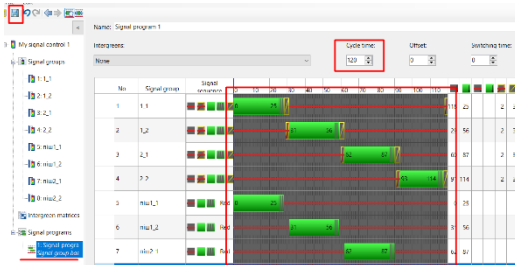
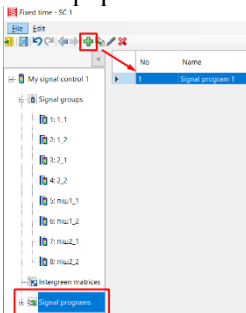
- для основного транспортного потоку



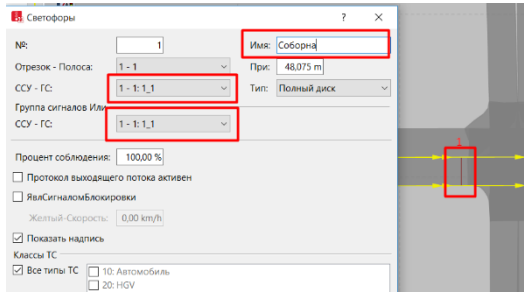
- для пішоходів



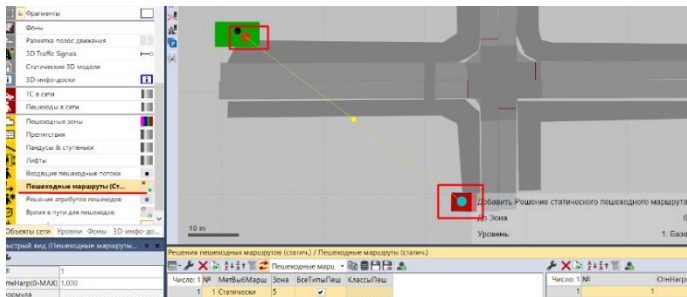
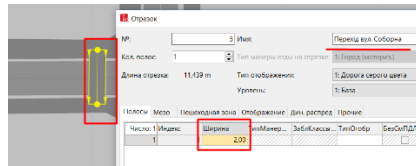
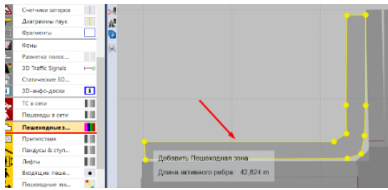
4. Встановлюємо необхідні параметри узгодження сигналів світлофорних об'єктів кожного напрямку

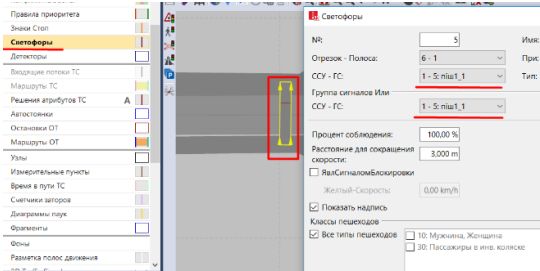


5. Встановлюємо на схемі перехрестя відповідні групи світлофорів з їх приналежністю до групи (основний чи пішохідний)

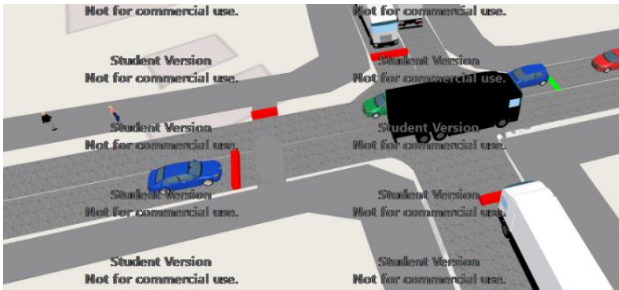


6. Формуємо пішохідну зону (натискаємо на бічну панель «пішохідна зона»), задавши напрям руху пішоходів, параметри транспортного потоку, світлофорний об'єкт та інші параметри.





Збіраємо зроблені зміни та перевіряємо імітацію руху транспортних засобів.



Необхідними умовами впровадження координованого регулювання є наявність двох і більше смуг для руху транспортних засобів в кожному напрямку з насиченістю потоку не менше 70%, можливість синхронної забезпеченості циклового регулювання світлофорних об'єктів та середньої відстані між перехрестями в межах 800 метрів.

Прийнявши допущення, при русі транспортного засобу від початку дозвільного сигналу з j -го перехрестя до наступного $(j+1)$ -го прибуде також на початок включення зеленого сигналу світлофора (з врахуванням фазового зсуву), при цьому (Хітров 2021)

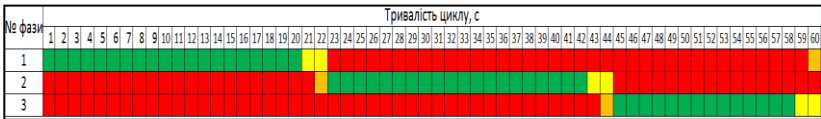
$$t_{3c} = \frac{l_n}{V_k}, \quad (1.11)$$

де l_n – довжина перегону, км; V_k – швидкість координування, км/год.

Ефективність координованого світлофорного регулювання значно залежить від дотримання водіями рекомендованого швидкісного режиму руху в 40-50 км/год. (недотримання умов руху неодмінно призведе до збільшення кількості зупинок і збільшення загального часу руху).

Залежно від довжини перегону і швидкості руху транспортних засобів задають фазовий зсув включення дозвольного сигналу світлофора. У випадку руху транспортних засобів з постійною швидкістю V_k від початкового (першого) перехрестя до наступного за проміжок часу $t_1 - t_2$ пройдуть всі перехрестя без зупинки.

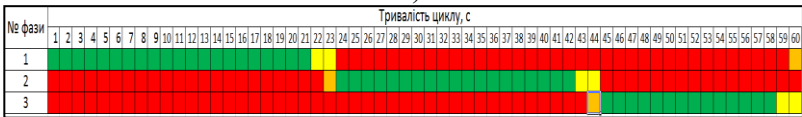
Наведемо розрахункові параметри координованого регулювання світлофорними об'єктами (рис. 1.4).



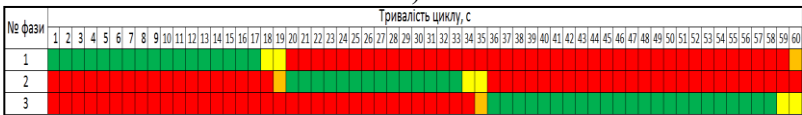
а)



б)



в)



г)

Рис. 1.4. Розрахункові циклограми світлофорних об'єктів з урахуванням координування проїзду перехресть без зсуву (а), зсув 8 сек. (б), зсув 26 сек. та зсув 41 секунда

Координоване регулювання передбачає узгоджену роботу світлофорних об'єктів таким чином, щоб транспортні засоби підходили до наступного світлофорного об'єкту на дозвільний (зелений) сигнал світлофора. Цього досягають відповідністю координування світлофорними циклами з імовірною швидкістю руху транспортного потоку до наступного перехрестя (рис. 1.5).

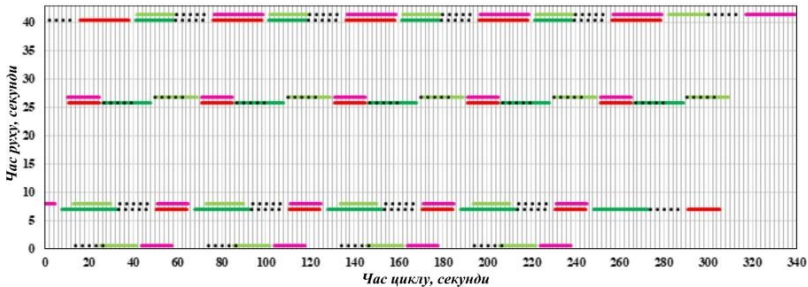


Рис. 1.5. Часове узгодження циклів регулювання для зниження транспортних затримок

Графік відображає рух транспортних засобів між перехрестями у вигляді паралельних ліній за двома магістральними напрямками руху (в прямому і зворотному). Зелений колір вказує на дозволений рух (прямо і праворуч, а в двофазному циклі також і ліворуч), червоним кольором відображено рух транспорту другорядною дорогою, а чорними крапками на дозволений поворот ліворуч на магістралі.

Таким чином, для проїзду транспорту досліджуваної ділянки координоване регулювання зменшить час проїзду до 1,1-1,5 хв. при середній швидкості руху 50 км/год. і вказує на важливий соціальний ефект

Завдання до практичної роботи

1. Ознайомитися з схемою перехрестя вулично-дорожньої мережі заданого району міста Рівне для якого будуть проводитися обстеження;

2. Обробивши результати спостережень визначають інтенсивність транспортних потоків складних ділянок вулично-дорожньої мережі за обраними перехрестями;

3. Побудувати схематично перехрестя (приклад послідовності операцій описано вище) і отримати картку спостережень дослідження транспортного потоку та його розподілу на перехресті;

4. В програмному забезпеченні Excel (вихідний файл надає викладач) будується циклограма світлофорних об'єктів з урахуванням координування проїзду перехресть, а також часове узгодження циклів регулювання для зниження транспортних затримок.

5. У програмному забезпеченні побудувати перехрестя із світлофорними об'єктами і виконати оптимізацію.

6. Проаналізувати отримані результати, зробити висновки.

7. Захистити звіт у встановлений термін.

Контрольні питання

1. Що таке баланс параметрів дорожнього руху і чому важливо його визначати?

2. Які основні параметри дорожнього руху використовуються для аналізу транспортних потоків?

3. Які методи використовуються для збору даних про параметри дорожнього руху?

4. Який взаємозв'язок між інтенсивністю, швидкістю та щільністю руху?

5. Охарактеризуйте фундаментальну залежність між інтенсивністю, швидкістю та щільністю руху.

6. Що таке математичне моделювання дорожнього руху, і які його основні етапи?

7. Які програмні засоби використовуються для моделювання дорожнього руху?

8. Як впливають дорожні умови на баланс параметрів дорожнього руху?

9. Які заходи можна застосувати для поліпшення балансу параметрів дорожнього руху на перевантажених ділянках?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

АНАЛІЗ БЕЗПЕКОВИХ РИЗИКІВ ПЕРЕВІЗНОГО МАРШРУТУ

Мета: Оцінити ризики, пов'язані з перевезенням вантажів на конкретному маршруті. Зокрема, оцінити ймовірність аварій, вплив різних факторів на безпеку та запропонувати заходи для зниження ризиків.

Завдання:

- розрахувати ймовірність аварії на заданому маршруті.
- оцінити екологічні та економічні ризики у разі аварії.
- побудувати матрицю ризиків для визначення найбільш критичних ділянок маршруту.

Теоретична основа

Ризики на маршрутах перевезення вантажів або пасажирів – це потенційні небезпеки або несприятливі обставини, які можуть виникнути під час виконання транспортних операцій і вплинути на безпеку, ефективність чи вартість перевезень. Ефективне управління ризиками передбачає їхню ідентифікацію, оцінку та впровадження заходів для їх мінімізації, кожен з цих ризиків може суттєво вплинути на безпеку, вартість та оперативність перевезень, управління якими потребує системного підходу (рис. 1).

Розрахунки ризиків у транспортних перевезеннях залежать від конкретного типу ризику та методу його оцінки. Зазвичай використовують кількісні або якісні підходи. Продемонструємо, на прикладах, як можна оцінити ризики на основі ймовірностей та можливих збитків.

Оцінка ризиків є важливим етапом управління ризиками. Вона включає ідентифікацію, аналіз та оцінку потенційних небезпек, які можуть вплинути на процес перевезень. Існує кілька основних методів оцінки ризиків, які класифікуються на якісні, кількісні та комбіновані (Донець 2012).



Рис. 1. Ризики на маршрутах перевезення вантажів або пасажирів

1. Якісні методи оцінки ризиків

Ці методи орієнтовані на суб'єктивну оцінку ризиків на основі експертної думки, досвіду або сценарного аналізу.

1.1. Метод SWOT-аналізу (Sharath, 2023)

Аналізує:

- S (сильні сторони маршруту);
- W (слабкі сторони маршруту);
- O (можливості для зменшення ризиків);
- T (загрози).

1.2. Метод матриці ризиків (Boogaard)

Ризики класифікуються за двома параметрами:

- ймовірність виникнення (низька, середня, висока);
- серйозність наслідків (незначна, середня, критична).

Цей метод візуалізує ризики та допомагає визначити пріоритети в їх управлінні.

Приклад

Ймовірність/Наслідки	Незначна	Середня	Критична
Низька (0–30%)	Мінімальний ризик	Прийнятний	Помірний
Середня	Прийнятний	Помірний	Високий
Висока	Помірний	Високий	Критичний

1.3. Експертна оцінка (Asana)

Фахівці оцінюють ризики за суб'єктивними критеріями (наприклад, шляхом обговорення або голосування).

2. Кількісні методи оцінки ризиків

Ці методи базуються на використанні математичних моделей, статистики та точних розрахунків.

2.1. Метод Монте-Карло (Kenton)

Симуляція, яка дозволяє оцінити розподіл ризиків шляхом моделювання багатьох сценаріїв. Використовується для аналізу складних систем із багатьма невизначеностями.

2.2. Аналіз «вартість-ризик» (Lurie, 1993)

Оцінює витрати на зниження ризиків порівняно із потенційними втратами.

$$R = P \cdot C \quad (2.1)$$

де P – ймовірність; C – наслідки

2.3. Байєсівський аналіз (Kruschke 2010)

Метод використовує апостеріорну ймовірність для оновлення оцінок ризиків у реальному часі залежно від отриманих даних.

2.4. Функція збитків

Оцінює очікувані збитки залежно від частоти та серйозності ризиків.

3. Комбіновані методи оцінки ризиків

Поєднують якісні та кількісні підходи для більш комплексної оцінки ризиків.

3.1. Метод для виявлення потенційних відмов у системі та оцінки їх впливу (Chi 2020; Hartwell)

Ключові параметри:

- ймовірність відмови;
- вплив на систему;
- виявлення (легкість ідентифікації проблеми).

$$RPN = P \cdot S \cdot D \quad (2.2)$$

де P – ймовірність виникнення;

S – серйозність наслідків;

D – можливість виявлення.

3.2. Дослідження безпеки та працездатності.

Орієнтований на аналіз небезпек і впливу на операційну діяльність. Використовується для складних систем.

3.3. Аналіз сценаріїв

Розробляються сценарії можливих подій і оцінюються їх вплив та ймовірність.

Умова задачі.

Дано:

- довжина маршруту: 500 км;
- інтенсивність аварій на 100 км (показник аварійності) – 0,5 аварій/100 км;
- тип вантажу: небезпечний вантаж (хімічні речовини, які можуть викликати забруднення навколишнього середовища);

- ймовірність аварії з небезпечними наслідками (у випадку аварії) – 0,2;

- ризик забруднення (вартість очищення території та ліквідації наслідків) складає 100 000 грн

- швидкість транспорту – 60 км/год

- погодні умови: дощ, туман, знижена видимість.

Розрахувати ймовірність аварії на заданому маршруті, оцінити екологічні та економічні ризики у разі аварії та побудувати матрицю ризиків для визначення найбільш критичних ділянок маршруту.

Рішення

1. Розрахунок ймовірності аварії на маршруті

Для розрахунку ймовірності аварії на маршруті $P_{\text{аварії}}$ використовуємо формулу:

$$P_{\text{аварії}} = 1 - e^{-\lambda \cdot L} \quad (2.3)$$

де λ – інтенсивність аварій на 100 км;

L – довжина маршруту, км.

Підставляємо значення:

$$P_{\text{аварії}} = 1 - e^{-\left(\frac{0,5}{100}\right) \cdot 500} = 1 - e^{-2,5} = 0,9179.$$

Таким чином, ймовірність аварії на маршруті 500 км становить 91,79%.

2. Оцінка екологічних та економічних ризиків

Після того як ми отримали ймовірність аварії, розрахуємо екологічні та економічні ризики.

Екологічний ризик $R_{\text{еколог}}$:

$$R_{\text{еколог}} = P_{\text{аварії}} \cdot P_{\text{забруд}} \cdot C_{\text{ліквід}} \quad (2.4)$$

де $P_{\text{забруд}}$ – ймовірність забруднення;

$C_{\text{ліквід}}$ – вартість ліквідації забруднення.

Підставляємо значення:

$$R_{\text{еколог}} = 0,9179 \cdot 0,2 \cdot 100000 = 18358 \text{ грн}$$

Отже, екологічний ризик у разі аварії становить 18358 грн.

Оскільки це небезпечний вантаж, крім екологічних витрат, можуть бути також додаткові витрати на ліквідацію наслідків аварії (наприклад, витрати на ремонт транспорту, штрафи, компенсації тощо). Загальний економічний ризик $R_{\text{економ}}$ визначається як сума всіх можливих витрат:

$$R_{\text{економ}} = R_{\text{еколог}} + C_{\text{ліцензув}} + C_{\text{штрафи}} \quad (2.5)$$

Припустимо, що витрати на ліцензування і штрафи складають 50 000 грн.

$$R_{\text{економ}} = 18358 + 50000 = 68358 \text{ грн}$$

3. Побудова матриці ризиків

Матриця ризиків дозволяє візуалізувати ймовірність і вплив аварій на безпеку транспортування. Вона включає кілька категорій ризику (низький, середній, високий) залежно від ймовірності аварії та потенційних наслідків. Комбінуючи ймовірність і вплив, створюється матриця, яка визначає рівень ризику в залежності від обох параметрів.

Ймовірність	Вплив		
	Низький (0-30%)	Середній (31-70%)	Високий (71-100%)
Низька (0-30%)	Низький ризик	Низький ризик	Середній ризик
Середня (31-70%)	Низький ризик	Середній ризик	Високий ризик
Висока (71-100%)	Середній ризик	Високий ризик	Критичний ризик

На основі результатів розрахунків:

- ймовірність аварії становить 91,79% – висока ймовірність;
- вплив на довкілля і економіку: високий.

Отже, для цього маршруту ймовірність і наслідки аварії є критичними, що свідчить про високий рівень ризику і потребує впровадження заходів для зменшення небезпеки.

Висновки та рекомендації:

1. Ймовірність аварії на маршруті становить 91,79%, що є надзвичайно високим рівнем ризику.
2. Екологічний та економічний ризики складають 18358 грн і 68358 грн відповідно, що свідчить про значні потенційні втрати у разі аварії.
3. Необхідно впровадити заходи з мінімізації ризиків:
4. Використовувати систему моніторингу і попередження аварій.
5. Проводити регулярний технічний огляд транспортних засобів.
6. Підвищити кваліфікацію водіїв і працівників, які займаються перевезенням небезпечних вантажів.
7. Враховувати погодні умови при плануванні маршрутів.
8. Рекомендується переглядати маршрути для пошуку менш ризикованих шляхів та впровадження додаткових технічних засобів для безпеки транспортування небезпечних вантажів.

Завдання для самостійного розв'язку

Проаналізувати ризики на маршрутах перевезення пасажирів. Розрахувати ймовірність аварії на маршруті перевезення пасажирів. Оцінити економічні та соціальні ризики у разі аварії. Побудувати матрицю ризиків для визначення найбільш критичних ділянок маршруту. Надати рекомендації.

Дано:

- довжина маршруту – 200 км;
- інтенсивність аварій на 100 км (показник аварійності для пасажирських перевезень) – 0,3 аварій/100 км;
- тип транспортного засобу: автобус, місткість – 50 пасажирів;
- ймовірність аварії з травмами або загибеллю пасажирів (у випадку аварії) – 0,15;
- швидкість транспорту складає 70 км/год.;
- погодні умови: дощ, знижена видимість, сильний вітер.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ

Мета: оцінити екологічні ризики, пов'язані з транспортуванням вантажів, особливо небезпечних вантажів, та визначити заходи для зниження екологічного впливу.

Завдання:

- визначити викиди забруднюючих речовин;
- оптимізація маршруту для мінімізації викидів;
- оцінити екологічні ризики, пов'язані з перевезенням вантажів (у тому числі небезпечних);
- розрахувати потенційні збитки для навколишнього середовища у разі аварії.
- розробити рекомендації щодо зменшення екологічного впливу транспортних перевезень;
- визначення економічно-екологічного ефекту від використання біопалива;
- аналіз впливу транспорту на якість повітря

Теоретична основа

Екологічна безпека транспортних перевезень – це стан транспортної діяльності, за якого забезпечується мінімізація або повне усунення негативного впливу на навколишнє середовище, здоров'я людей та природні екосистеми. Це поняття охоплює дотримання екологічних стандартів у роботі транспортних засобів (рівень викидів, шумового забруднення тощо); раціонального використання ресурсів (палива, енергії, матеріалів); запобігання забрудненню довкілля під час транспортування, зокрема відходами, шкідливими речовинами чи аваріями; забезпечення екологічної відповідності вантажів, їх пакування, зберігання та обробки; використання інновацій для зменшення впливу транспорту на довкілля, наприклад, альтернативних джерел енергії або новітніх технологій.

Екологічна безпека транспортування вантажів – це стан транспортного процесу, за якого забезпечується мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище, здоров'я людей та природні ресурси шляхом дотримання екологічних стандартів, правил і технологій під час перевезення, обробки та зберігання вантажів. Її сфера діяльності направлена запобігання забрудненню довкілля: дотримання вимог щодо безпечного транспортування, особливо небезпечних вантажів (хімічних речовин, відходів, пального тощо); раціонального використання ресурсів (зменшення споживання палива, енергії та пакувальних матеріалів); безпечного поводження з вантажами (дотримання правил упаковки, завантаження, закріплення та перевезення для уникнення аварій і витоків); використання екологічно чистих технологій (застосування транспортних засобів, які відповідають сучасним екологічним стандартам, а також альтернативних джерел енергії); контроль і моніторинг (здійснення постійного нагляду за технічним станом транспорту, рівнем викидів та станом вантажу); управління ризиками: розробка і впровадження заходів щодо ліквідації екологічних наслідків у разі аварійних ситуацій.

Це визначення підкреслює комплексний підхід до транспортування вантажів із врахуванням екологічних, соціальних та економічних аспектів (рис. 2).

При перевезенні автомобільним транспортом найбільше уваги щодо екологічної безпеки приділяється небезпечним вантажам, які мають високий потенціал негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей (відповідність дотримання норм Європейська угода про міжнародні перевезення небезпечних вантажів, використання спеціалізованого транспорту, наявність маркування, документів, а також навчання персоналу), вантажі, що вимагають температурного контролю (дотримання збереження температурного режиму для запобігання псуванню вантажу, який може стати джерелом забруднення, контроль герметичності упаковки та уникнення витоків), великогабаритні й важкі вантажі (контроль за безпечним кріпленням, щоб уникнути падіння чи розсіпання вантажу на дорозі, виключення надмірного

зношування дорожнього покриття), вантажі, що можуть викликати забруднення (герметичність упаковки або транспортних ємностей, запобігання витокам або розсипанню вантажів під час руху), перевезення відходів (дотримання умов зберігання, транспортування та утилізації, запобігання контакту відходів із довкіллям), живі організми та біологічні матеріали (забезпечення гігієнічних умов та спеціального обладнання для перевезення)

Увага до цих вантажів обумовлена їх високим потенціалом ризику для екології та необхідністю забезпечення суворого контролю на всіх етапах транспортування.

Задача 1.

Дано:

- тип транспорту – вантажівка для перевезення небезпечних вантажів (хімічні речовини);
- тип вантажу – хімічні речовини, які можуть спричинити забруднення води та ґрунтів;
- коефіцієнта безпеки вантажу – 2,5;
- об'єм вантажу – 10 тон.
- маршрут – 300 км.
- погіршення погодних умов: сильний дощ та туман (погіршення видимості).
- ймовірність аварії – 0,2 (20%).
- ймовірність витоку вантажу у разі аварії складає 0,7 (70%).
- вартість ліквідації наслідків забруднення – 500 000 грн;
- площа забруднення внаслідок витоку складає 50 м²;
-
- час на ліквідацію наслідків – 1 місяць.

Оцінити екологічні ризики, пов'язані з перевезенням вантажів (у тому числі небезпечних), розрахувати потенційні збитки для навколишнього середовища у разі аварії та надати практичні рекомендації щодо зменшення екологічного впливу транспортних перевезень.

Рішення

1. Оцінка екологічних ризиків

Екологічний ризик залежить від ймовірності аварії, ймовірності витоку вантажу та витрат на ліквідацію наслідків.

Екологічний ризик $R_{\text{еколог}}$:

$$R_{\text{еколог}} = P_{\text{аварії}} \cdot P_{\text{витік}} \cdot C_{\text{ліквід}} \quad (3.1)$$

де $P_{\text{аварії}}$ – ймовірність виникнення аварії;

$P_{\text{витік}}$ – ймовірність витоку вантажу;

$C_{\text{ліквід}}$ – вартість ліквідації наслідків забруднення.

Таким чином, екологічний ризик, пов'язаний з можливим витоком вантажу та забрудненням навколишнього середовища, становить _____ грн.

2. Оцінка екологічного впливу в разі аварії

У разі аварії з витоком вантажу, можуть бути різні наслідки для навколишнього середовища через забруднення ґрунту (через витік хімічних речовин можуть забруднитися сільськогосподарські угіддя) або забруднення води (витік може потрапити до водойм, що призведе до знищення водної фауни та флори).

Розрахунок потенційного збитку для навколишнього середовища залежить від виду вантажу та масштабу забруднення (за потреби можна врахувати додаткові фактори, такі як час впливу чи глибина проникнення забруднення).

Щоб оцінити потенційний збиток Z для навколишнього середовища залежно від виду вантажу та масштабу забруднення, можна використати формулу

$$Z = K_v \cdot P_m \cdot S \quad (3.2)$$

де K_v – коефіцієнт небезпеки вантажу (безрозмірна величина, яка залежить від виду вантажу);

P_m – вартість відновлення забрудненої території (грн/м²);

S – площа забруднення (м²).

Загальні витрати Z на ліквідацію наслідків забруднення ґрунтів та води додаються. Якщо припустимо, що витрати на очищення води становлять 300 000 грн, а витрати на очищення

ґрунтів – 200 000 грн, загальна вартість ліквідації буде 500 000 грн.

3. Розрахунок екологічного збитку

Загальний екологічний збиток $Z_{\text{еколог}}$ можна оцінити за допомогою формули

$$Z_{\text{еколог}} = R_{\text{еколог}} + З \quad (3.3)$$

Отже, загальний екологічний збиток у разі аварії становить _____ грн.

5. Розробка заходів щодо зниження екологічного впливу

Для зниження екологічних ризиків та мінімізації збитків можна запропонувати наступні заходи (як приклад):

- покращення упаковки та кріплення вантажу: використання герметичних контейнерів і надійних систем кріплення для запобігання витоку під час транспортування;

- моніторинг технічного стану транспортних засобів: регулярні перевірки для забезпечення працездатності транспортних засобів, особливо в умовах поганої видимості та складних погодних умов.

- використання більш екологічних транспортних засобів: заміна старих вантажівок на сучасні, менш шкідливі для навколишнього середовища.

- облаштування аварійно-рятувальних засобів: підготовка аварійних комплектів для швидкої ліквідації витоків та запобігання забрудненню.

- навчання водіїв: проведення тренувань для водіїв щодо безпечного транспортування небезпечних вантажів та реагування на аварійні ситуації.

Висновки:

1. Екологічний ризик у разі аварії становить _____ грн.

2. Загальний екологічний збиток (з урахуванням витрат на ліквідацію забруднень) – _____ грн.

3. Необхідно впровадити заходи для зниження екологічного впливу, зокрема: поліпшити упаковку та кріплення вантажу, оновити транспорт, забезпечити моніторинг та навчання водіїв.

4. Рекомендується здійснювати регулярні перевірки технічного стану транспорту та розробляти екологічно безпечні маршрути для перевезення небезпечних вантажів.

Задача 2. Визначення викидів забруднюючих речовин

Вантажний транспортний засіб перевіз вантаж масою 10 тон на відстань 300 км. Витрата дизельного палива становить 25 л/100 км. Розрахувати обсяг викидів CO₂.

Порядок рішення

1. Обчислити загальну витрату палива, л;
2. Врахувати, що 1 л дизельного палива при згорянні виділяє приблизно 2,64 кг CO₂ визначити викиди під час транспортування;
3. Надати висновок щодо викидів шкідливих речовин.

Задача 3. Оптимізація маршруту для мінімізації викидів

Є два маршрути для перевезення вантажу вагою 5 тон:
- маршрут 1 складає 150 км рівною дорогою;
- маршрут 2 складає 120 км, але містить підйоми (підвищена витрата палива на 20%).

Витрата палива на рівній дорозі – 20л/100км. Який маршрут є більш екологічним?

Порядок рішення

1. Обчислити витрату палива для кожного маршруту.
2. Обчислити викиди CO₂ (2,64 кг на 1 л палива)
3. Надати висновок щодо екологічності маршруту.

Задача 4. Визначення економічно-екологічного ефекту від використання біопалива

Порівняти викиди CO₂ та витрати на паливо для транспортування вантажу на 500 км за використання:

- дизельного палива (30 л/100 км, ціна 55 грн/л).
- біодизеля (35 л/100 км, ціна 40 грн/л, при цьому викиди CO₂ знижуються на 20%).

Порядок рішення

1. Обчислити витрату палива для кожного виду.
2. Обчислити викиди CO₂.
3. Обчислити витрати на паливо.

4. Надати висновок щодо можливості переходу на інший вид палива та його ефективність.

Задача 5. Аналіз впливу транспорту на якість повітря

На маршруті транспортування вантажів у міській зоні зафіксовано середній рівень викидів NO_x – 150 мг/км. Збільшення швидкості руху з 40 до 60 км/год дозволяє знизити викиди на 15%. Оцінити вплив швидкості на якість повітря при транспортуванні на 50 км.

Порядок рішення

1. Розрахувати викиди при швидкості 40 км/год.
2. Розрахувати викиди при швидкості 60 км/год (зменшення на 15%).
3. Надати висновок щодо впливу швидкості транспортного засобу руху на якість повітря.

Контрольні питання

1. Що таке екологічна безпека транспортування вантажів і чому вона є важливою?
2. Які основні екологічні ризики пов'язані з транспортуванням різних видів вантажів?
3. Що входить до складу екологічної оцінки транспортування вантажів?
4. Які нормативні акти регулюють екологічну безпеку транспортування в Україні та міжнародній практиці?
5. Як впливають вид вантажу та тип транспортного засобу на екологічну безпеку перевезень?
6. Які методи оцінки масштабів забруднення довкілля використовуються у разі аварій?
7. Які заходи можна вжити для зменшення екологічного впливу при транспортуванні вантажів?
8. Які технології та методи застосовуються для очищення довкілля після аварійних ситуацій?
9. Які результати ви отримали під час оцінки екологічної безпеки і як вони можуть бути використані для покращення транспортування?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ВОДІЇВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Мета: оцінити рівень безпеки водіїв під час транспортування вантажів або пасажирів, виявити основні ризики, пов'язані з їхньою діяльністю, та запропонувати заходи для зниження цих ризиків.

Завдання:

- оцінити основні фактори, які впливають на безпеку водіїв під час транспортування;
- проаналізувати ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод (ДТП).
- розрахувати ймовірність виникнення нещасних випадків за різних умов (погода, стан дороги, втома водія);
- проаналізувати часу роботи водія;
- визначити вплив втоми на реакцію водія;
- розробити рекомендації для підвищення безпеки водіїв.

Теоретична основа

Оцінка безпеки водіїв під час виконання перевезень проводиться для забезпечення високого рівня безпеки дорожнього руху та мінімізації ризиків під час транспортування. Основне спрямування полягає у запобіганні аваріям та інцидентам (виявлення небезпечних умов, які можуть призвести до ДТП, аналіз ризиків, пов'язаних із поведінкою водіїв, технічним станом транспорту та дорожніми умовами), підвищення ефективності роботи водіїв (виявлення порушень режиму роботи та відпочинку, аналіз впливу стресових або екстремальних ситуацій на водія), контроль за дотриманням норм і стандартів (перевірка знань і дотримання водіями правил дорожнього руху, оцінка відповідності водіїв вимогам безпеки праці), поліпшення умов праці водіїв (визначення впливу втоми, стану здоров'я та інших фізіологічних факторів на безпеку, розробки рекомендації щодо створення комфортних умов роботи), підвищення надійності транспортних перевезень

(забезпечення безперебійного виконання маршрутів, зниження ризиків пошкодження вантажів або пасажирів), зниженні економічних втрат (мінімізація витрат на ліквідацію наслідків аварій та порушень, зменшення штрафів за порушення правил дорожнього руху або інших норм), поліпшення репутації транспортних компаній (забезпечення високого рівня обслуговування клієнтів, підвищення довіри до компанії через дотримання норм безпеки). Оцінка безпеки може проводитися як на етапі відбору водіїв, так і в процесі регулярного моніторингу їх роботи.

Задача 1.

Дано:

- тип транспорту: вантажівка (або автобус);
- довжина маршруту 200 км;
- час роботи водія – 10 годин;
- швидкість транспорту – 80 км/год;
- погіршення погодних умов: дощ, сильний вітер;
- ймовірність аварії при хороших умовах – 0,01 (1%);
- втомленість водія: підвищена ймовірність аварії на основі часу роботи;
- інтенсивність руху транспорту: середня.

Рішення

1. Оцінка впливу факторів на безпеку водіїв

Ризики для водіїв під час транспортування можуть включати різні чинники через втому водія (тривала робота без перерв на відпочинок підвищує ймовірність аварій), погодні умови (дощ, туман, сильний вітер знижують видимість і керованість транспортного засобу) та рівень інтенсивності руху (висока щільність транспорту на дорозі може підвищити ризик зіткнень).

2. Розрахунок ймовірності аварії при погіршених умовах

Щоб оцінити ймовірність аварії $P_{\text{аварії}}$ в складних умовах, використовуємо формулу для ймовірності аварії з урахуванням впливу погоди та втоми водія

$$P_{\text{аварії}} = P_{\text{базова}} + P_{\text{погода}} + P_{\text{втома}} \quad (4.1)$$

де $P_{\text{базова}}$ – ймовірність аварії за хороших умов (0,01);
 $P_{\text{погода}}$ – коригування ймовірності через погодні умови;
 $P_{\text{втома}}$ – коригування ймовірності через втомленість водія.

Вплив погоди $P_{\text{погода}}$:

- при дощі й сильному вітру ймовірність аварії збільшується на 20% ($d_{\text{погоди}}$), тоді

$$P_{\text{погода}} = P_{\text{базова}} \cdot d_{\text{погоди}} \quad (4.2)$$

Вплив втоми водія $P_{\text{втома}}$ (якщо водій працює більше 8 годин без перерв, ймовірність аварії може збільшитися на 30%)

$$P_{\text{втома}} = P_{\text{базова}} \cdot d_{\text{втоми}} \quad (4.3)$$

Загальна ймовірність аварії розрачується

$$P_{\text{аварії}} = P_{\text{базова}} + P_{\text{погода}} + P_{\text{втома}}$$

Отже, ймовірність аварії за поганих погодних умов та втомленості водія становить _____ %.

3. Оцінка ймовірності нещасного випадку $P_{\text{травм}}$

Визначимо ймовірність $P_{\text{травм}}$ нещасного випадку (травмування водія або пасажирів) під час аварії. Виходячи з того, що не всі аварії призводять до травм, припустимо, що ймовірність травм у разі аварії становить 50%, тоді

$$P_{\text{травм}} = P_{\text{аварії}} \cdot d_{\text{травми}} \quad (4.4)$$

Отже, ймовірність нещасного випадку в результаті аварії складає _____ %.

4. Розробка заходів щодо зниження ризиків для водіїв

На основі отриманих результатів можна запропонувати наступні заходи для зниження ризиків і підвищення безпеки водіїв:

1. Регулярні перерви для відпочинку:

- водіям необхідно робити перерви кожні 2-3 години для зниження втоми;

- забезпечити заміну водіїв на тривалих маршрутах, щоб уникнути перевтоми.

2. Покращення підготовки водіїв:

- проведення тренувань щодо безпечного водіння в поганих погодних умовах.

- навчання водіїв правильно реагувати на екстремальні ситуації, пов'язані з погодою та втомою.

3. Використання технічних засобів для безпеки:

- оснащення транспорту системами допомоги водієві (антиблокувальна система гальм, система контролю за сліпими зонами, датчики попередження зіткнення);

- використання системи моніторингу стану водія (виявлення втоми).

4. Забезпечення належних умов для водіїв:

- створення умов для комфортного сну та відпочинку водіїв;

- забезпечення водіїв необхідними засобами для комфортної роботи (клімат-контроль, належне освітлення кабіни).

Загальні висновки:

Ймовірність аварії в складних умовах (погода, втома водія) становить ___%.

Ймовірність нещасного випадку в разі аварії _____%.

Для зниження ризиків необхідно впроваджувати заходи з покращення підготовки водіїв, використання сучасних технічних засобів та організації робочого процесу таким чином, щоб уникнути втоми водіїв.

Задача 2. Аналіз часу роботи водія

Водій виконує перевезення, тривалість робочої зміни складає 12 годин. За правилами, водій повинен робити перерву не рідше ніж через 4 години роботи, а загальний час за кермом не має перевищувати 9 годин на добу. Відомо, що водій провів за кермом 3,5 години, потім 30 хвилин відпочивав, а далі керував ще 5 годин. Чи дотримано норм безпеки?

Порядок рішення

1. Розрахувати загальний час перебування водія за кермом.
2. Перевірити дотримання перерви після 4 годин роботи.
3. Надати висновок щодо дотримання норми загального часу перебування за кермом.

Задача 3. Визначення впливу втоми на реакцію водія

Час реакції водія в нормальному стані складає 0,7 секунди. За даними досліджень, кожна година роботи без перерви збільшує час реакції на 10%. Водій працює 6 годин поспіль без відпочинку. Визначте його час реакції після закінчення 6-ї години.

Порядок рішення

1. Вихідний час реакції – $t_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ с.
2. Розрахувати збільшення часу реакції після кожної години роботи (згідно умови задачі розраховується для 6 годин перебування водія за кермом)

$$t_i = t_{i-1} + t_{i-1} \cdot d = t_{i-1} + t_{i-1} \cdot 0,1 \quad (4.5)$$

3. Надати висновок щодо впливу реакції водія на безпеку водіння.

Задача 4. Визначення періоду відпочинку водія за кілометражем

Водій здійснює перевезення між містами на відстань 400 км. За правилами, після кожних 200 км водій повинен робити 30-хвилинну перерву. Водій проїхав усю відстань без зупинки за 6 годин. Чи порушено норми безпеки?

Контрольні питання

1. Які основні вимоги щодо тривалості робочого часу водія?
2. Як зміна фізичного та психоемоційного стану водія впливає на його здатність реагувати на дорожні ситуації?
3. Як визначити оптимальний час для відпочинку водія під час тривалих перевезень?
4. Що повинно враховуватися при плануванні маршруту для водія з точки зору безпеки?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

БЕЗПЕЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ТРАНСПОРТНО- ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

Мета: оцінити безпеку діяльності транспортного і виробничого підприємства, визначити основні ризики, пов'язані з діяльністю підприємства та розробити заходи для забезпечення безпеки праці на підприємстві.

Завдання:

- оцінити потенційні небезпеки, які можуть виникнути під час транспортних перевезень і виробничих процесів;
- технічний стан транспортних засобів;
- розрахувати рівень ризику для безпеки праці на підприємстві.
- проаналізувати стан техніки безпеки на підприємстві;
- розробити рекомендації щодо покращення безпеки роботи.

Теоретична основа

Безпека діяльності транспортного підприємства – це сукупність умов, заходів і засобів, спрямованих на забезпечення стабільного та безпечного функціонування транспортного підприємства, що мінімізують ризики для життя та здоров'я людей, збереження матеріальних цінностей, навколишнього середовища, а також забезпечують відповідність нормативним і правовим вимогам.

Безпека діяльності транспортного підприємства включає технічну безпеку (справність транспортних засобів, обладнання та інфраструктури), охорону праці (створення безпечних умов для працівників підприємства), екологічну безпеку (мінімізація негативного впливу транспорту на довкілля), фінансову безпеку (захист від збитків через аварії, порушення норм або санкцій), правову безпеку (дотримання законодавства в галузі транспорту), організаційну безпеку (розробку і реалізацію процедур і заходів для запобігання аварійним ситуаціям).

Умова задачі.

Дано:

- тип підприємства – транспортно-виробниче (перевезення вантажів і виробництво продукції);
- тип транспорту – вантажівки для перевезення небезпечних вантажів;
- час роботи підприємства – 24 години на добу;
- час роботи водіїв – по 12 годин на зміну;
- інтенсивність роботи – середня;
- інтенсивність ДТП при перевезенні – 2 випадки аварії за останній рік;
- виробничий рівень травматизму – 5 травм за рік;
- рівень технічного стану транспорту – 80% транспорту знаходиться в належному стані.

Рішення

1. Оцінка потенційних небезпек і ризиків

Основні небезпеки на підприємстві можуть включати небезпеки, пов'язані з транспортуванням вантажів: аварії, витік небезпечних вантажів, порушення правил дорожнього руху, погані погодні умови. Небезпеки, пов'язані з виробничим процесом: хімічні речовини, пожежі, вибухи, механічні травми, електричні удари.

2. Оцінка ризиків для безпеки праці на підприємстві

Оцінка ризику для транспорту:

$$R = P \cdot S$$

де P – ймовірність події (в %) за рік;

S – ступінь наслідків події (в балах).

Ймовірність аварії (P) за рік: 2 аварії з 100 перевезень, тобто ймовірність 2%.

Ступінь наслідків аварії (S): витік небезпечних вантажів може призвести до серйозного забруднення навколишнього середовища, травм або навіть загибелі людей (оцінка наслідків рівна 7 балів).

Ризик аварії на транспортуванні $R_{\text{транспорт}}$

$$R_{\text{транспорт}} = 0,02 \cdot 7 = 0,14$$

Оцінка ризику для виробничого процесу:

Ймовірність нещасного випадку на виробництві: 5 травм за рік при 1000 працівників, тобто ймовірність складає 0.5%.

Ступінь наслідків: травми можуть варіювати від легких до тяжких, але ймовірність важких травм в середньому складає 50% (оцінка наслідків = 5 балів).

Ризик травм на виробництві $R_{\text{виробн}}$

$$R_{\text{виробн}} = 0,005 \cdot 5 = 0,025$$

3. Проаналізувати стан техніки безпеки на підприємстві.

Для оцінки стану техніки безпеки на підприємстві потрібно перевірити:

- інструктажі та навчання персоналу (наявність планів по інструктажу, навчання водіїв та працівників щодо безпеки праці та безпеки на транспорті);

- засоби індивідуального захисту (наявність для водіїв, робітників та інших працівників, використання вогнегасників та інших засобів для запобігання пожежам);

- регулярні перевірки транспорту та обладнання: періодичні перевірки технічного стану транспортних засобів та виробничого обладнання;

- моніторинг аварій та інцидентів: реєстрація та аналіз всіх аварій та нещасних випадків, що сталися на підприємстві.

4. Розробка рекомендацій для покращення безпеки

Для транспорту:

- збільшення частоти технічних оглядів транспорту (щонайменше 2 рази на рік);

- поліпшення умов для водіїв: забезпечення перерв на відпочинок, організація змін для тривалих рейсів;

- встановлення систем моніторингу за станом транспорту (наприклад, GPS для контролю швидкості та поведінки водія);

- створення спеціальних маршрутів для перевезення небезпечних вантажів з мінімізацією ризиків.

Для виробничого процесу:

- покращення навчання та інструктажу працівників щодо безпеки праці;

- встановлення автоматизованих систем безпеки на виробництві (аварійне вимикання обладнання, датчики газу і вогню);
- забезпечення всіма необхідними засобами захисту;
- поліпшення вентиляції на робочих місцях, де використовуються небезпечні хімічні речовини.

Загальні заходи:

- розробка та впровадження системи управління безпекою праці;
- регулярні тренінги для персоналу з питань безпеки;
- застосування міжнародних стандартів безпеки (наприклад, ISO 45001 для систем управління безпекою праці).

Висновки.

Оцінка ризику для транспортних перевезень показує середній рівень небезпеки транспортного (0,14) що свідчить про необхідність поліпшення технічного стану транспорту та навчання водіїв.

Оцінка ризику для виробничої діяльності показує низький рівень ризику (0,025), однак необхідно покращити заходи щодо безпеки праці на виробництві.

Рекомендується впроваджувати системи управління безпекою праці, постійно оцінювати стан транспорту та обладнання, а також проводити навчання для працівників та водіїв.

Забезпечення безпеки на транспортно-виробничому підприємстві є важливим елементом ефективної роботи та запобігання нещасним випадкам.

Задача 2. Перевірка ефективності гальмівної системи транспортного засобу

На транспортному підприємстві необхідно перевірити технічний стан гальмівної системи автомобіля за допомогою гальмівного стенда. Автомобіль вагою 15 тон розганяють до швидкості 72 км/год. Після натискання на гальма автомобіль зупинився через 6 секунд. Необхідно визначити відповідність гальмівного шляху нормативам (не більше 30 м), а також необхідність у ремонті гальмівної системи?

Порядок рішення

1. Перевести швидкість у метри за секунду.
2. Обчислити середнє гальмівне сповільнення автомобіля a (Хітров 2022)

$$a = \frac{v}{t}$$

де v – початкова швидкість гальмування автомобіля, м/с;
 t – час сповільнення автомобіля, с.

3. Обчислити гальмівний шлях s (Хітров 2022)

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

4. Проаналізувати отримані результати (нормативне значення гальмівного шляху складає 30 м.)

5. Надати висновок щодо відповідності гальмівної системи автомобіля нормативним вимогам, а також необхідності проведення обслуговування гальмівної системи, щоб забезпечити її ефективність та безпеку.

Задача 3. Безпека проведення технічного обслуговування (ТО) автомобілів

На підприємстві проводиться технічне обслуговування автомобіля масою 3,5 тони. Під час огляду ходової частини автомобіль піднімають на підйомник. Визначити відповідність вантажопідйомності підйомника вимогам безпеки, якщо її паспортна вантажопідйомність становить 4 тони? Які заходи слід виконати для забезпечення безпеки персоналу під час роботи?

Порядок рішення

1. Перевірка вантажопідйомності підйомника паспортним даним (відповідність вимогам безпеки).
2. Описати заходи для забезпечення безпеки персоналу (наприклад, перевірити справність підйомника, закріпити автомобіль, обмеження доступу, дотримання інструкцій тощо).
3. Надати висновок.

Задача 4. Безпека діяльності складського господарства

На складі зберігаються вантажі на багатоярусних стелажах. Максимально допустиме навантаження на один ярус стелажа

становить 800 кг. Робітник планує розмістити на ярусі три палети з вантажем вагою 250 кг, 320 кг і 300 кг кожна.

Чи буде перевищено допустиме навантаження? Які заходи безпеки слід виконати під час роботи зі стелажам?

Порядок рішення

1. Обчислити загальну вагу вантажів на ярусі стелажа.
2. Порівняти з максимально допустимим навантаженням.
3. Описати заходи безпеки під час роботи зі стелажам.
4. Надати висновки.

Задача 5. Безпека діяльності складського господарства (транспортування навантажувачом)

На складі проводиться транспортування вантажів за допомогою електричного навантажувача. Відомо, що навантажувач має вантажопідйомність 2,5 тони. Планується перевезти палету вагою 1,8 тони на відстань 50 метрів. Для цього потрібно подолати підйом із нахилом 8%.

Чи зможе навантажувач безпечно виконати цю операцію, якщо його максимальна здатність підніматися під нахилом становить 10%? Які заходи безпеки потрібно виконати під час транспортування?

Порядок рішення

1. Перевірити відповідності нахилу траси.
2. Порівняти з максимально допустимим нахилом.
3. Описати заходи безпеки під час роботи навантажувача.
4. Надати висновки

Задача 6. Перевірка автобуса перед випуском на лінію

Перед випуском автобуса на маршрут механік має перевірити основні системи транспортного засобу. Автобус має відповідати таким нормативним вимогам:

- тиск у шинах має бути в межах 6-8 атм;
- рівень масла в двигуні повинен знаходитися між мінімальною та максимальною відмітками на щупі.
- система освітлення повинна працювати справно;

Під час перевірки було отримано такі дані:

- тиск у шинах: 7; 5,5; 6,8, 6,9 атм;
 - рівень масла знаходиться трохи нижче мінімальної відмітки;
 - права фара ближнього світла не працює;
- Визначте, чи можна випустити автобус на маршрут, та складіть перелік необхідних дій для усунення недоліків.

Контрольні питання

1. Які основні нормативно-правові документи регламентують безпеку діяльності транспортно-виробничого підприємства?
2. Які заходи безпеки необхідно забезпечити під час виконання технічного обслуговування транспортних засобів?
3. Які основні вимоги до організації робочих місць на виробничій базі транспортного підприємства?
4. Які дії необхідно виконати при виявленні несправностей під час експлуатації транспортного засобу на маршруті?
5. Як забезпечується безпека на складських приміщеннях транспортного підприємства?
6. Які основні причини виникнення аварійних ситуацій на транспортно-виробничих підприємствах і які заходи їх запобігання?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Chia-Fen Chi, Davin Sigmund, Martin Octavianus Astaridi. Classification Scheme for Root Cause and Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) of Passenger Vehicle Recalls. *Reliability Engineering and System Safety*. 2020. Vol. 200. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2020.106929>.
2. John Hartwell. FMEA RPN – Risk Priority Number. How to Calculate and Evaluate? *IQASYSTEM* : веб-сайт. URL: <https://www.iqasystem.com/news/risk-priority-number/>.
3. How to use expert judgment in project management. *Asana* : веб-сайт. URL: <https://asana.com/resources/expert-judgment>.
4. John K. Kruschke. What to believe: Bayesian methods for data analysis. *Trends in Cognitive Sciences*. 2010. Vol. 14, Issue 7, P. 293–300. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.05.001>.
5. Kat Boogaard. Risk matrix example. *Wrike* : веб-сайт. URL: <https://www.wrike.com/blog/what-is-risk-matrix/>.
6. Philip M. Lurie, Matthew S. Goldberg, Mitchell S. Robinson. *A Handbook of Cost Risk Analysis Methods*. Virginia, 1993.
7. PTV Vissim: First Steps Tutorial. Germany. PTV Planung Transport Verkehr AG, 2021. P. 37.
8. Sharath Kumar C. R, Praveena K. B. SWOT analysis. *International Journal of Advanced Research*. 2023. 1(09). P. 744–748. URL: https://www.researchgate.net/publication/374707908_SWOT_ANALYSIS.
9. Will Kenton. Monte Carlo Simulation: What It Is, How It Works, History, 4 Key Steps. *Investopedia* : веб-сайт. URL: <https://www.investopedia.com/terms/m/montecarlosimulation.asp>
10. Абрамова Л. С., Капінус С. В. Визначення балансу між параметрами дорожнього руху. *Комунальне господарство міст*, 2018. Вип. 140. С. 91–97.
11. Григоруку С. С., Лісіцина М. Д. Оптимізаційна модель розподілу транспортних потоків та підвищення їх пропускної здатності на регульованому перехресті. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2019, № 4 Т. 1. С. 196–201. URL:

<http://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/01/41-14.pdf>.

12. Гуменюк В. Я., Мішук Г. Ю., Олійник О. О. Управління ризиками : навч. посіб. Рівне : НУВГП. 156 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/12301/1/%D0%A3%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B8%20%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf>

13. Донець Л. І., Шепеленко О. В., Баранцева С. М., Сергеева О. В., Веремейчек О. Ф. Обґрунтування господарських рішень і оцінювання ризиків : навч. посіб. / За заг. ред. Донець Л. І. К. : Центр учбової літератури, 2012. 472 с.

14. Хітров І. О., Кристопчук М. Є., Никончук В. М. Експлуатаційні властивості транспортних засобів : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2022. 176 с. URL : https://ep3.nuwm.edu.ua/24432/1/EVTZ_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80_zah.pdf

15. Хітров І. О., Цьонь О. П., Кристопчук М. Є., Почужевський О. Д. Аналіз транспортних затримок в центральній частині міста та шляхи їх зниження. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2021, №1 (16). С. 82–90. URL: <https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/270/242>.