

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра хімії, екології та експертних технологій

**Пояснювальна записка до дипломної роботи  
магістра**

на тему «Дослідження екологічних ризиків під час експлуатації  
автомобільних доріг»

XAI.106.169.101.1501220.200

Виконав: студент 6 курсу групи № 169  
спеціальності 101 «Екологія»  
освітня програма «Екологія та  
охорона навколишнього середовища»

**Разумова А.О.** «   »     20     р.

Керівник: к.т.н., доцент В.В.Кручина

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

Рецензент: к.т.н., доцент В.А. Квасов

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

Харків – 2020

## РЕФЕРАТ

**Актуальність роботи.** В умовах сьогодення експлуатація автомобільних доріг стає найбільш значним джерелом забруднення атмосферного повітря, особливо великих міст. Транспортна мережа магістральних вулиць є надзвичайно розгалуженою, з інтенсивними транспортними потоками. Це створює умови для забруднення повітря викидами автотранспорту в зонах житлової забудови, а отже має негативний вплив на стан здоров'я населення.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), забруднення повітря є одним з основних факторів ризику для здоров'я, пов'язаних із навколишнім середовищем. Наявність шкідливих речовин в повітрі призводить до збільшення кількості захворювань і тяжкості перебігу таких хвороб як інсульт, хвороби серця і рак легенів, а також гострих і хронічних респіраторних захворювань, включаючи астму [1].

Зменшення впливу наслідків забруднення повітря на здоров'я людини важливо як для збереження людських життів, так для і зменшення економічних втрат, пов'язаних із передчасними смертями і хворобами працездатного населення країн. Змінити ситуацію, що склалася, можливо тільки комплексним підходом до проблем екології.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Магістерська робота є складовою науково-дослідницької роботи кафедри «Екології та техногенної безпеки» Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з проблеми «Дослідження екологічних ризиків під час експлуатації автомобільних доріг».

**Мета і задачі дослідження.** Мета даної роботи полягає в теоретичному обґрунтуванні та аналізі екологічних ризиків під час експлуатації автомобільних доріг.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати джерела і характер впливу автомобільної дороги Е-40 в Харківській області на довкілля.
2. Провести аналіз екологічних ризиків при експлуатації автомобільної дороги.
3. Провести оцінку інтегрованого показника впливу процесу експлуатації автомобільної дороги на довкілля.
4. Розробити систему заходів щодо зменшення негативного впливу дорожнього господарства на навколишнє природне середовище.
5. Визначити економічні збитки від забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами.

**Об'єкт дослідження** – автомобільна дорога Е-40 в Харківській області.

**Предмет дослідження** – методи зниження забруднення довкілля, що утворюється при експлуатації автомобільних доріг.

#### **Наукова новизна одержаних результатів**

Запропоновано розширення переліку екологічних ризиків під час експлуатації автомобільної дороги за рахунок включення елемента забруднення придорожньої смуги сміттям.

Набуло подальшого розвитку визначення якісних і кількісних показників екологічних ризиків для автомобільної дороги.

**Методи дослідження.** У роботі використано методи спостереження та узагальнення (під час дослідження та виявлення передумов забезпечення екологічної безпеки); діалектичний метод пізнання (при виявленні причинно-наслідкового зв'язку експлуатаційних і екологічних процесів); аналізу та синтезу (при виявленні рівнів економічної та екологічної безпеки дорожнього господарства).

**Практичне значення одержаних результатів.** Проведені автором дослідження доведено до розроблення конкретних розрахункових методик, залежностей і формул, аналіз яких дає змогу зробити такі висновки про практичне значення отриманих результатів:

– у науково-дослідницьких роботах (у процесі подальших наукових досліджень проблеми експлуатації автомобільних доріг за умови екологічної безпеки).

– у навчальному процесі (при читанні лекцій та проведенні практичних занять з курсу «Методи та засоби захисту біосфери»).

**Особистий внесок здобувача.** Безпосередня участь на всіх етапах виконання магістерської роботи від збору інформації до її опрацювання і застосування. Виконано розрахунки і запропоновані рекомендації щодо зниження негативного впливу на навколишнє середовище під час експлуатації автомобільних доріг.

**Апробація.** Основні результати роботи опубліковано в статті в збірнику Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку» (м. Переяслав, листопад 2020 р.). Основні положення і результати роботи доповідались і обговорювались на VI Міжнародній заочній науково-технічній конференції "Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України" (м. Харків, квітень 2020 р.).

#### **Публікації.**

За результатами проведених у магістерській роботі досліджень здобувач опублікував дві роботи: стаття в збірнику «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації», тези доповідей на науковій конференції.

**Структура і обсяг роботи.** Робота представлена на 104 сторінках. Включає в себе вступ, 6 розділів та висновки. Текст ілюстрований таблицями та рисунками.

## ESSAY

**Relevance of work.** In today's conditions, the operation of roads is becoming the most significant source of air pollution, especially in large cities. The transport network of main streets is extremely extensive, with heavy traffic flows. This creates conditions for air pollution by vehicle emissions in residential areas, and thus has a negative impact on public health.

According to the World Health Organization (WHO), air pollution is a major health risk factor associated with the environment. The presence of harmful substances in the air increases the number of diseases and the severity of diseases such as stroke, heart disease and lung cancer, as well as acute and chronic respiratory diseases, including asthma.

Reducing the impact of air pollution on human health is important both for saving lives and for reducing the economic losses associated with the premature deaths and illnesses of the working population. It is possible to change the current situation only with a comprehensive approach to environmental problems.

**Connection of work with scientific programs, plans, themes.** The master's thesis is part of the research work of the Department of "Ecology and Technogenic Safety" of the National Aerospace University. ME Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute" on the issue of "Study of environmental risks during the operation of roads."

**The purpose and objectives of the study.** The purpose of this work is to theoretically substantiate and analyze environmental risks during the operation of roads.

To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

1. Analyze the sources and nature of the impact of the highway E-40 in the Kharkiv region on the environment.
2. To carry out the analysis of ecological risks at operation of the highway.
3. Assess the integrated indicator of the impact of the road operation process on the environment.

4. Develop a system of measures to reduce the negative impact of roads on the environment.

5. Determine the economic losses from environmental pollution by petroleum products.

**The object of study** - the highway E40 in the Kharkiv region.

**The subject of research** - methods of reducing environmental pollution generated during the operation of roads.

**Scientific novelty of the obtained results.**

It is proposed to expand the list of environmental risks during the operation of the highway by including the element of roadside pollution by garbage. The definition of qualitative and quantitative indicators of environmental risks for the highway has been further developed.

**Research methods.** The paper uses methods of observation and generalization (during the study and identification of prerequisites for environmental safety); dialectical method of cognition (in identifying the causal relationship of operational and environmental processes); analysis and synthesis (in identifying the levels of economic and environmental safety of the road sector).

**The practical significance of the obtained results.** The research conducted by the author is brought to the development of specific calculation methods, dependencies and formulas, the analysis of which allows to draw the following conclusions about the practical significance of the results:

- in research works (in the course of further scientific researches of a problem of operation of highways on condition of ecological safety).

- in the educational process (when lecturing and conducting practical classes on the course "Methods and means of biosphere protection").

**Personal contribution of the applicant.** Direct participation in all stages of the master's thesis from information collection to its processing and application. Calculations and recommendations for reducing the negative impact on the environment during the operation of roads have been made.

**Approbation.** The main results of the work are published in the article in the collection of the All-Ukrainian scientific Internet conference "Domestic science at the turn of the epochs: problems and prospects of development" (Pereyaslav, November 2020). The main provisions and results of the work were reported and discussed at the VI International Correspondence Scientific and Technical Conference "Problems of Civil Protection and Life Safety: Modern Realities of Ukraine" (Kharkiv, April 2020).

**Publications.** Based on the results of research conducted in the master's thesis, the applicant published two works: an article in the collection "Trends and prospects for the development of science and education in the context of globalization", abstracts at a scientific conference.

**Structure and scope of work.** The work is presented on 104 pages. Includes introduction, 6 chapters and conclusions. The text is illustrated with tables and figures.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	10
1 ТРАНСПОРТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ .....	13
1.1 Транспортна мережа Харківської області .....	13
1.2 Вплив транспорту на довкілля.....	15
2 ВПЛИВ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ .....	25
2.1 Забруднення атмосферного повітря.....	30
2.2 Забруднення ґрунту свинцем.....	33
2.3 Забруднення водного середовища.....	34
2.4 Оцінка рівнів шумового впливу .....	39
2.5 Висновок до розділу .....	42
3 ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	43
3.1 Опис об'єкта дослідження.....	43
3.1.1 Дорожній одяг .....	43
3.2 Вибір оптимального варіанту траси.....	48
3.3 Екологічна безпека автомобільної дороги .....	50
3.4 Попередній аналіз безпеки автомобільної дороги .....	54
3.5 Висновок до розділу .....	62
4 РОЗРАХУНОК ШКОДИ, ЩО ЗАВДАЄТЬСЯ ВИКИДАМИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРУ.....	63
4.1 Оцінка рівня забруднення ґрунту автомобільним транспортом	63
4.2 Розрахунок.....	66
4.3 Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом .....	68
4.4 Розрахунок.....	71
4.5 Розрахунок інтегрованого показника впливу технологічних процесів будівництва, ремонту та експлуатації автомобільних доріг на природне середовище .....	73
4.6 Розрахунок.....	79
4.7 Оцінка екологічного ризику.....	80



4.8	Висновок до розділу .....	84
5	РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ .....	85
5.1	Заходи щодо захисту від шумових впливів.....	85
5.2	Зелені захисні насадження .....	88
5.3	Заходи з охорони ґрунтів .....	91
5.4	Висновок до розділу .....	92
6	ЕКОНОМІЧНИЙ ЗБИТОК ВІД ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НАФТОПРОДУКТАМИ .....	94
6.1	Розрахунок .....	97
6.2	Висновок до розділу .....	97
	ВИСНОВКИ.....	99
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	102

## ВСТУП

Кожна свідома людина повинна обов'язково мати загальне уявлення про особливості сучасного екологічного стану та про основні напрямки державної політики в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки. Однією з умов сталого економічного і соціального розвитку області та України в цілому є охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів та збереження екологічної безпеки життєдіяльності населення.

Сьогодні в Україні досить гостро стоять проблеми забруднення довкілля від транспортної інфраструктури. Це безпосередньо вплив автомобільного транспорту, а також антропогенний вплив на навколишнє середовище під час проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг. Серед усіх транспортних засобів автотранспорт залишається основним джерелом забруднення атмосферного повітря та порушення екологічної рівноваги. Для транспортних засобів використовують паливе з різних видів нафтопродуктів і мастил, леткі фракції яких у складі відпрацьованих газів дизельних та бензинових двигунів внутрішнього згорання забруднюють практично всі об'єкти довкілля.

В останні десятиліття в зв'язку з швидким розвитком автомобільного транспорту істотно загострилися проблеми впливу його на навколишнє середовище. Транспортно-дорожній комплекс є джерелом небезпечних хімічних забруднень атмосферного повітря, водоймищ, сільськогосподарських зон, а також шуму та вібрації, що може впливати не лише на навколишнє середовище, а й на стан здоров'я населення.

Кожен автомобіль при згорянні 1 кг бензину використовує 15 кг повітря, зокрема, 5,5 кг кисню. При згорянні 1 т пального в атмосферу викидається 200 кг окису вуглецю. На частку автотранспорту припадає близько 55 % шкідливих надходжень загального обсягу, що включають понад 200 різних сполук, у тому числі: оксиди вуглецю, свинцю, азоту, формальдегіди, зокрема

домішки ароматичних вуглеводів, бенз(а)пірен, канцерогени, у тому числі й ПАВ, серед яких чимало мутагенів.

Автомобілі спалюють величезну кількість нафтопродуктів, завдаючи одночасно відчутної шкоди навколишньому середовищу, головним чином атмосфері. З кожним роком зростає кількість автотранспорту і зростає потреба в будівництві доріг. Постійне зростання кількості автомобілів надає певний негативний вплив на навколишнє середовище і здоров'я людини.

Актуальність даної теми полягає в тому, що в даний час необхідно вдосконалення мережі автомобільних доріг, з урахуванням впливу їх транспортно-експлуатаційних характеристик на навколишнє середовище.

Дослідженнями негативного впливу автомобільних доріг на навколишнє середовище займаються відносно недавно і на сьогоднішній день ще дуже мало як розрахункових, так і фактичних даних про екологічний стан територій вздовж автодоріг. Крім того, не розроблені екологічні вимоги до стану природного середовища в зоні впливу автомобільних доріг.

Мало що робиться для прогнозу шкідливого впливу транспортних споруд на навколишнє природне середовище та проектування заходів, що компенсують чи запобігають цей вплив. Відсутність належної наукової опрацьованості призводить до небажаних наслідків, що виявляються в порушенні рельєфу.

Оцінку екологічних наслідків впливу автомобільних доріг на навколишнє природне середовище можна розглядати в якості ефективного інструменту планування, що полягає в тому, щоб до початку здійснення передбачуваного виду виробничої діяльності провести всебічний аналіз її економічних наслідків, в якому головне значення надавалося б безпеці навколишнього середовища, ступеня допустимого втручання в неї людини.

У зв'язку з окресленими питаннями зусилля органів державної влади і природоохоронних служб, передусім, мають бути спрямовані на попередження та зменшення шкідливого впливу транспорту на довкілля і здоров'я населення, адже, наприклад, недоглянута дорога — це передчасний

вихід з ладу техніки, перевитрата пального, величезні збитки, оскільки на вибоїстому асфальті пального витрачається як мінімум на 20-25 % більше, ніж на рівній дорозі. А це значить, що на 100-кілометровій ділянці із середньою інтенсивністю руху 4000 автомобілів на добу щодня додатково витрачається 20-30 т пального.

Якщо негайно не розпочати змінювати таке становище, то через несвоєчасні ремонти і пов'язане з цим погіршення технічного стану доріг прогнозується зменшення швидкості руху транспортних засобів, що достатньо погано впливає на навколишнє середовище та здоров'я населення.

# 1 ТРАНСПОРТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

## 1.1 Транспортна мережа Харківської області

Транспортний комплекс – одна з найважливіших складових виробничої та соціальної інфраструктури Харківської області, складається із автомобільного, залізничного, авіаційного, наземного електричного транспорту та метрополітен). Залізничний і автомобільний види транспорту забезпечують вантажні і пасажирські перевезення у міжрегіональних і внутрішньо регіональних видах сполучень.

Протяжність автомобільних доріг загального користування на території Харківської області становить 9 614,2 км, у їх числі: міжнародних - 440,9 км, державного значення - 783,8 км.

Територією області проходять міжнародні автошляхи: Київ – Харків - Довжанський (М-03/Е-40), Харків - Сімферополь-Алушта - Ялта (М-26/Е-105) з ділянкою сучасного автобану Харків -Красноград - Перещепине (Р51), Щербаківка - Харків (М-27/Е-105).

Протягом 2016 року всіма видами транспорту в області виконано пасажирооборот в обсязі 9 258,1 млн. пас. км, що на 2,1% більше обсягу 2015 року. Послугами пасажирського транспорту скористалося 632,4 млн. пасажирів, або 97,5% від обсягу минулого року. Вантажооборот підприємств транспорту становив 24 013,1 млн. т км, або 101% від обсягу 2015 року. Перевезено (відправлено) 42,7 млн.т вантажів, що на 4,3% більше обсягу минулого року.

Залізничний транспорт Харківської області представлений Південною Залізницею. Довжина колій в регіоні перевищує 1,5 тис. км. За цим показником Харківська область посідає третє місце в Україні після Донецької та Дніпропетровської областей. Транспортне обслуговування підприємств та населення області здійснюється Харківською та Куп'янською дирекціями залізничних перевезень. За даними Регіональної філії «Південна залізниця»

ПАТ «Українська залізниця» у 2016 році відправлено 64,3 млн. пасажирів, виконано 4 686,3 млн. пас. км пасажирської роботи. Порівняно з 2015 роком ці обсяги збільшилися відповідно на 1% та 6%. Відправлено 29,2 млн. т вантажів, що на 0,3% більше обсягів 2015 року. Спостерігалось зростання перевезень: коксу – на 56,4%, чорних металів – на 34,7%, кам'яного вугілля – на 25%, будівельних матеріалів – на 7,3%, зерна і продуктів перемолу – на 1,4%. Разом з тим, скоротилося перевезення: лісових вантажів – на 17,2%, брухту чорних металів – на 15,9%, нафти і нафтопродуктів – на 12,6%, хімічних і мінеральних добрив – на 10,9%, цементу – на 8,7%.

Послугами автомобільного транспорту (з урахуванням перевезень фізичними особами-підприємцями) скористалося 113,1 млн. пасажирів, виконано 1 399,6 млн. пас. км пасажирської роботи, що становило відповідно 91,4% та 97,7% від рівня минулого року. Частка перевезень юридичними особами у загальному обсязі автомобільних перевезень склала 86,1%, або

97,4 млн. пасажирів. Протягом 2016 року виконано вантажної роботи в обсязі 3 144,3 млн. т км, перевезено 13,5 млн. т вантажів, що на 52% та 14,2% відповідно більше обсягів минулого року.

З аеропорту м. Харкова транспортною авіацією відправлено 300,3 тис. пасажирів, у т.ч. у міжнародному сполученні – 221,6 тис., що на 60,2% та 71,5% відповідно більше від обсягу 2015 року.

Харківський метрополітен займає друге місце в Україні за протяжністю ліній і кількістю перевезених пасажирів. Харківський метрополітен

(збудований другим в Україні) діє з 22 серпня 1975 року. У 2016 році Харків'ян та гостей міста обслуговувало 30 станцій метрополітену, експлуатаційна довжина його ліній становить 38,7 км. Схема метрополітену складається з трьох самостійних ліній, які взаємно перетинаються:

Холодногірсько-заводської – завдовжки 17,3 км, Салтівської – 10,4 км, Олексіївської – 11,0 км. Діють 3 пересадочних вузли. Така схема найбільш повно задовольняє потребу перевезення пасажирів до роботи, громадських центрів, сприяє децентралізації пересадочних вузлів. При цьому з'являється

можливість здійснити поїздки між двома будь-якими станціями різних ліній лише з однією пересадкою. Всі 30 діючих станцій метро різні за архітектурним виконанням. Довжина станційних платформ розрахована на приймання п'ятивагонних поїздів. Кількість електродепо – 2 («Московське» та «Салтівське»). Середньодобово перевозиться близько 550 тисяч пасажирів. Самий довгий перегін 2 ст. «Київська» - ст. академіка Барабашова – 2 407 м, найкороткий перегін – ст. Архітектора Бекетова – ст. Держпром – 771 м. На сьогоднішній день метрополітеном здійснюється біля 40% від загального обсягу міських пасажирських перевезень. Харківським метрополітеном у 2016 році перевезено 206,3 млн. пасажирів, з них безплатних – 24,7 млн., що становило відповідно 99,8% та 65,7% від обсягу перевезень 2015 року.

Головна функція міського наземного електричного транспорту у м. Харкові – надійне та якісне забезпечення населення перевезеннями.

Трамваями та тролейбусами перевезено 248,6 млн. пасажирів, або 107,1% від обсягу 2015 року. Питома вага пільгового контингенту склала 62,8% .

## 1.2 Вплив транспорту на довкілля

Автомобільний транспорт завжди був одним із найзначніших джерел забруднення атмосферного повітря. Основною причиною інтенсивного забруднення атмосфери автотранспортом є щорічне збільшення загальної кількості автотранспорту, експлуатація технічно застарілого автомобільного парку, низька якість паливно-мастильних матеріалів, незадовільний стан автомобільних шляхів, відсутність об'їзних маршрутів, дорожніх розв'язок, підземних пішохідних переходів та погана організація руху.

Схема забудови центральної частини м. Харкова, що створена за радіальним принципом, не розрахована на сучасний транспортний потік. Велика кількість автомобілів рухається через центральні райони міста з повільною швидкістю та з великою кількістю зупинок, що призводить до

надмірного витрачання пального і є причиною понаднормативної загазованості атмосферного повітря.

Шкідливі речовини, що містяться у викидах відпрацьованих газів автомобіля, вкрай негативно впливають на здоров'я людини, виявлено близько 280 різних шкідливих речовин, серед яких особливу небезпеку становлять канцерогенні бенз(а)пірени, оксиди азоту, свинець, ртуть, оксиди вуглецю й сірки, сажа, вуглеводні, а це саме той небезпечний «коктейль», який ми вживаємо щодня на вулицях нашого міста. Також це призводить до забруднення автошляхів та прилеглих до шляхового полотна земельних ділянок та лісосмуг, а при опадах ще й поверхневих та ґрунтових вод.

Вплив автомобільного транспорту на екологічну ситуацію у нашій країні досяг критичної межі – показники забруднення атмосферного повітря і довкілля перевищують всі допустимі показники норм і стандартів [2]. Тому проблема зменшення негативного впливу на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу є актуальною. Аналіз статистичних даних і оцінок негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище і населення показує, що загальна сума викидів забруднювальних речовин в атмосферу в країнах СНД щорічно становить майже 21,2 млн.т, зокрема, 19,2 млн.т, (90%) – від автомобільного транспорту і 2,0 млн. т від інших викидів [3].

Під час експлуатації автомобіля з двигунами внутрішнього згорання джерелами викидів шкідливих речовин є: відпрацьовані гази, картерні гази, випаровування із системи живлення, неконтрольований розлив на ґрунт експлуатаційних матеріалів. У відпрацьованих газах автомобілів є велика кількість свинцю, який разом із солями інших металів потрапляє у ґрунт, у поверхневі води і ґрунтові води і поглинається рослинами, які потім використовує і споживає людина.

Аналізуючи сучасний етап розвитку світового виробництва і експлуатації автомобіля, необхідно сказати, що вплив автомобільного транспорту на



забруднення навколишнього середовища та на здоров'я людей зумовлений тим, що:

1) діяльність основної маси автомобільного транспорту сконцентрована в місцях з високим показником населення – містах, промислових центрах;

2) шкідливі викиди від автомобілів здійснюються в найнижчих, приземних шарах атмосфери, там де проходить основна життєдіяльність людини;

3) відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять висококонцентровані токсичні компоненти, які є основними забруднювачами атмосфери.

Найбільший викид токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобілів відбувається при неправильно відрегульованому карбюраторі, системі запалювання, форсунках, паливному насосі високого тиску, а також при несправностях системи випуску відпрацьованих газів.

При несправності цих систем і механізмів виділення шкідливих речовин у відпрацьованих газах збільшується у декілька разів. При добре відрегульованому карбюраторі вміст окису вуглецю на всіх режимах роботи двигуна не перевищує межі 0,5-0,2%, що відповідає нормі роботи двигуна на середніх обертах, і водночас, при несправному або не відрегульованому карбюраторі його вміст збільшується в 2,5 – 5,0 разів.

Шкідливі викиди автомобільного транспорту істотно залежить від режиму роботи двигуна і якості використовуваного пального. Дані про дослідження середнього виходу основних токсичних компонентів у відпрацьованих газах при згоранні 1000 кг пального у повністю справних карбюраторних і дизельних двигунах наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 Викид в атмосферу токсичних компонентів в карбюраторних і дизельних двигунах

Токсичні компоненти	Кількість (кг) шкідливих речовин у відпрацьованих газах на 1000 кг відпрацьованого пального	
	Карбюраторні двигуни	Дизельні двигуни
Оксид вуглецю (CO)	267,00	28,4
Окисли азоту	26,60	40,8
Вуглеводні (CH)	33,20	9,1
Сажа	1,34	3,4
Сірчистий газ	1,34	34,0
Свинець	0,27	-
Всього	397,75	115,7

Аналіз таблиці показує, що бензинові двигуни порівняно з дизельними значно більше забруднюють атмосферу оксидами вуглецю і токсичними вуглеводнями. Для дизельних двигунів характерною екологічною проблемою є підвищений викид твердих часток сажі і «задимленість» відпрацьованих газів [4].

До заходів щодо зменшення впливу транспорту на довкілля належать:

- оновлення рухомого складу автомобільного та електричного транспорту;
- проведення реконструкції дорожнього покриття автомобільних доріг;
- забезпечення контролю за рівнем акустичного шуму транспортних засобів;
- впровадження системи очищення відпрацьованих газів;
- використання альтернативних видів палива;
- максимальне озеленення території мікрорайонів і розділових смуг.

Таблиця 1.2 Чутливість природного і соціального середовища при експлуатації, утриманні та ремонті автомобільних доріг

Джерело впливу/ вид впливу	Атмосферне повітря	Поверхневі води	Підземні води	Рел'єф місцевості	Ландшафт	Родючий шар ґрунту	Сільськогосподарські культури	Рослинність		Тваринний світ					Особливо охоронювані природні території	Соціальні аспекти				Середнє	
								Трав'яний покрив	Деревно - чагарниковий	Водна фауна	Земноводні	Риби	Птиці	Наземні ссавці		Археологічні, історико-культурні об'єкти	Здоров'я населення	Соц.-екон. умови життя населення	Традиційне природокористування малих народностей		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<b>Дорожні споруди</b>																					
Ділянка дороги																					
Фізична наявність об'єкта				В	В	С								С	С	В		Н	В	С	В
Забруднення хімічними речовинами (випаровування, смив), твердими відходами	С	В	С	С				Н	Н	С	С							Н			С

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Динамічний вплив на людей, тварин (при руйнуванні)	Н	Н					Н	Н						Н			Н	Н		Н
Мости, шляхопроводи																				
Фізична наявність об'єкта				В	В	С				Н	С	С	Н	Н	С			С	Н	С
Забруднення хімічними речовинами (випаровування, смив), твердими відходами		В				С	С			С	С	С	С	Н			Н	С		С
Динамічний вплив на людей, тварин (при руйнуванні)	Н	Н						Н	Н	Н					Н		С	С		Н
Технологічні процеси Ремонт ділянки дороги, моста																				
Споживання природних ресурсів (будівельних матеріалів)				С	С	С														С
Забруднення хімічними речовинами (випаровування, смив), твердими відходами	С	С		С		Н	Н	Н	Н	С					Н		С	С		С

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>Боротьба із зимою слизькістю</b>																				
Споживання природних ресурсів (піску, солей)				Н												Н		Н		Н
Забруднення хімічними речовинами, твердими відходами		С	Н	Н		С	Н	Н	Н	Н					Н		Н	Н		Н
<b>Захисне та декоративне озеленення</b>																				
Споживання природних ресурсів		Н		С	С	С	Н					Н	Н	Н	Н					Н
Фізична наявність об'єкта		С		В	В	С		С	С				Н	Н				Н		С
Забруднення хімічними речовинами (пестицидами), твердими відходами, порубкових залишків	Н	С	Н	С	С	С	Н			Н			Н	Н			С	С	Н	С
Шум, вібрація (агротехнічні роботи)													Н	Н			Н	Н		Н
Динамічний вплив машин на людей, тварин (забезпечення видимості)												Н	Н	Н	С			В		С
<b>Автотранспортні засоби, будівельно – жорожні машини Рух автомобілів, зупинка с працюючим двигуном</b>																				
Фізична наявність об'єкта					Н	Н	Н										С	В	С	С

Закінчення таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Забруднення хімічними речовинами, пилюю, твердими відходами	В	В			Н	С	С	С	С			Н	Н	Н	С		В	С		С
Шум, вібрація											С	С	С	В			С	С		С
Динамічний вплив на людей, тварин, птиць						С	Н			Н	Н	С	С	С			В			С
Технічне обслуговування та ремонт, в т.ч. заправка, мийка, заміна матеріалів, деталей	С	В	С	Н		С	С			Н					Н		В	С	С	С
Вилучення природних ресурсів ( відчуження землі, споживання води)		В	В	В	С	С	Н													В
Шум, вібрація обладнання				С	С	Н											С	Н		С
Заоруднення хімічними речовинами ( протоки ПММ, спецжидкостей), твердими відходами	С	В	В	В	С	В	С	Н		С	С	С	Н	Н						В
Інші споруди та об'єкти																				
Фізична наявність об'єкта				Н	Н												Н			Н
Забруднення хімічними речовинами ( протоки), тверді відходи	Н	С	С	С	Н	Н											С	Н		С

Основними змінами у навколишньому природному та соціальному середовищі під впливом автомобільної дороги є:

- виснаження невідновних природних ресурсів, зміна рельєфу місцевості, естетичної та культурної цінності ландшафту (руйнування мальовничих природних ландшафтів), руйнування пам'ятників історії, культури та археології;

- гідрологічні, кліматичні зміни, тобто зміна регенеративних властивостей навколишнього середовища, концентрації стоку річок, поверхневих і ґрунтових вод, мікроклімату (швидкості і напрямку вітру, температури, вологості повітря) і взаємозалежних з ним екосистем, рівня ґрунтових вод. Вони можуть викликати заболочування (осушення) придорожніх територій, деградацію рослинності;

- створення несприятливих умов для проживання населення, тварин, птахів на придорожніх територіях через перевищення нормативно встановлених рівнів шуму, вібрацій, електромагнітних та іонізуючих впливів;

- зниження родючості сільськогосподарських земель, біопродуктивності природних ландшафтів і водойм в результаті забруднення повітря, води та ґрунту токсичними речовинами. Наявність в придорожній смузі будівельного, побутового сміття, втрат вантажів, що перевозяться сприяє активному накопиченню в придорожній смузі великої кількості відходів, що забруднюють поверхневий стік, ґрунтові води, ґрунт, рослинність. Цьому ж сприяють протиожеледних матеріали, продукти зносу автомобільних шин, дорожнього полотна, мінерали через рух автомобілів по бездоріжжю, втрати ПММ, спецрідин при обслуговуванні та ремонті техніки; використання при спорудженні конструктивних шарів дорожнього полотна екологічно небезпечних місцевих будівельних матеріалів і відходів промислового виробництва (піритових огірків, ртутьвмісних відходів, кам'яновугільних дьогтів, смол, радіоактивних порід);

- виснаження генофонду популяцій людей, тварин, птахів рослинності в результаті динамічного впливу машин і механізмів (при русі транспортних

засобів), ущільнення ґрунту, порушення традиційних сезонних шляхів міграції тварин, а також зміни перетину водотоку і контурів водойм, порушення гідрологічного режиму, розмивів при будівництві мостів (Знищення нерестовищ, зимувальних ям);

- порушення традиційного укладу життя корінного населення (малих народностей), його традиційного природо- користування при будівництві дороги в місцях освоєння нових родовищ корисних копалин на території проживання малих народностей [5].



## 2 ВПЛИВ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Вплив автомобільної дороги на навколишнє середовище поділяється на вплив під час виконання будівельних, ремонтних робіт та під час експлуатації. Потенційними об'єктами впливу під час будівельних, ремонтних робіт та в період експлуатації дороги є об'єкти, що потрапляють у зону її впливу. Оцінка впливу ділянки автомобільної дороги на навколишнє середовище під час виконання будівельних, ремонтних робіт або під час експлуатації проводиться на підставі загальноприйнятих методик.

Комплекс автомобіль – дорога – середовище (АДС) являє собою систему, що включає автомобільний транспортний засіб, автомобільну дорогу, використовувану для здійснення зовнішніх і внутрішніх перевезень, а також навколишнє середовище, на яке вони прямо або побічно впливають.

Дорога обумовлює характер функціонування системи АДС своїми геометричними розмірами, профілем, рівністю, умовами видимості для водія. Тому що комплекс АДС – це система, то для досягнення ефективного дорожнього руху, необхідне удосконалення характеристик транспортних засобів, дорожніх умов і забезпечення їхньої взаємної відповідності [6].

Будівництво, ремонт та експлуатація автомобільних доріг відноситься до видів діяльностей, що становлять підвищену екологічну небезпеку для навколишнього середовища та, відповідно, можуть мати значний вплив на довкілля. Під час будівництва, ремонту та експлуатації автомобільних доріг необхідно враховувати сучасні екологічні вимоги до даних процесів. Це дозволить значно зменшити та мінімізувати негативний вплив автомобільних доріг на довкілля. На стадії розробки проектів необхідно вирішувати низку питань, що безпосередньо відносяться до екологічних аспектів, а саме: раціональне використання природних ресурсів, розробка заходів щодо їх захисту, що включає також і економічне обґрунтування, виключення можливості безповоротних змін біосистем на прилеглих територіях.

Автомобільна дорога розглядається як об'єкт, що виконує функцію з перевезень та впливає на довкілля під час будівництва та руху автотранспорту.

Під час виконання будівельних робіт на автомобільній дорозі безпосередній негативний вплив стосується таких компонентів навколишнього середовища:

- повітряне середовище: викиди відпрацьованих газів, поширення речовин у вигляді суспендованих твердих частинок (пилу, сажі) під час роботи будівельної техніки та автотранспорту;

- акустичне середовище: шум, вібрація від роботи машин та механізмів;

- водне середовище: можливе тимчасове забруднення водного середовища стічними водами, які містять нафтопродукти, забруднення сміттям;

- ґрунти: зняття рослинного шару ґрунту, забруднення стічними водами, що містять нафтопродукти, забруднення будівельними відходами;

- рослинний і тваринний світ: вирубування чагарникової рослинності; деградація екосистем під впливом шуму та речовин у вигляді суспендованих твердих частинок під час будівництва;

- навколишнє соціальне середовище: незручності при проведенні будівельних робіт (утруднення проїзду та проходу), утворення будівельних та побутових відходів.

Під час експлуатації автомобільної дороги безпосередній негативний вплив стосується таких компонентів навколишнього середовища:

- повітряне середовище: забруднення викидами відпрацьованих газів двигунів автомобілів та твердими рештками від зносу автомобільних шин та дорожнього покриття ( $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , С (сажа));

- акустичне середовище: шум та вібрація від автомобільного транспорту;

- водне середовище: скиди зливових і талих стічних вод з дорожнього покриття;

- ґрунти забруднення побутовим сміттям, скидами зливових і талих стічних вод [7].

Сучасний стан автомобільних доріг України поки що не відповідає європейському рівню, тому що не забезпечуються необхідні швидкісні режими, безпечні для навколишнього середовища. Автомобілям доводиться рухатися у режимі розгін-гальмування, при якому спостерігається найбільший викид шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Безперервне підвищення інтенсивності руху автотранспортних засобів породжує помітне збільшення забруднення атмосфери великих міст і індустриальних центрів. Основні заходи щодо зниження забруднення повітряного середовища пов'язані як з удосконалюванням автотранспортного процесу, так і з розробкою прогресивних індустриальних систем підтримки технічного стану автотранспортних засобів.

Дорога може порушити традиційні сезонні шляхи міграції тварин і комах, архітектурні й археологічні пам'ятники. Використання протижелезних матеріалів, дорожній пил і ерозія ґрунтів при розкривних роботах придушує придорожню рослинність, забруднює водойми і водотоки. Використання при спорудженні конструктивних дорожніх шарів одягів місцевих будівельних матеріалів і відходів промислового виробництва (піритові недогарки, відходи які містять ртуть, кам'яновугільні дьогті, смоли, радіоактивні породи, шлами кольорової металургії й енергетики) призводять до забруднення придорожньої смуги токсичними речовинами. Інженерні споруди (мостові переходи, труби, розв'язки, тунелі різного закладення, підпірні стінки, захисні спорудження) мають свою специфіку впливу на навколишнє середовище. При будівництві мостових переходів відбувається переформування берегової лінії, зміна перетину водотоку і контурів водойм, порушується гідрологічний режим, виявляються розмиви. Можуть бути знищені нерестовища риб і зимувальні ями. Вплив транспортної інфраструктури за останнє десятиліття виросло в проблему фрагментації ландшафту, під якою розуміється втрата екосистемами територіальної і структурної цілісності. Дослідження цього процесу носять інтегральний характер і включають як технічні й історико-культурні аспекти, так і природно-наукові: біологічні, географічні, геохімічні й ін [8].

Техногенний вплив автомобільної дороги на екосистеми придорожньої смуги розділяють на пряме і непряме. Автомобільна дорога, як інженерне спорудження, при прокладанні на місцевості порушує природні ландшафти, змінює режим стоку поверхневих і ґрунтових вод, робить інші негативні впливи.

Таблиця 2.1 Види та наслідки впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище

Елемент довкілля, на який здійснюється вплив	Фактор, який впливає на навколишнє середовище	Наслідки впливу
Атмосфера	Транспортні засоби (водії, пасажери) та техніка, що знаходяться на дорозі	Хімічне забруднення в результаті викиду відпрацьованих газів двигунів, запахи від гниття сміття, акустичне забруднення транспортним шумом.
	Дорожнє покриття	Забруднення повітря продуктами зношення дорожнього покриття, пилом і сміттям з його поверхні.
	Дорожня інфраструктура	Забруднення повітря викидами на АЗС, викидами відпрацьованих газів в місцях зупинок і стоянок автомобілів (станціях технічної допомоги, пунктах харчування), викидами підприємств дорожнього сервісу
Літосфера, геологічні умови	Земляне полотно, споруди мостових переходів і шляхопроводів, тунелів	Деформації в підстиляючих ґрунтах, ерозійні процеси земполотна і на прилеглих територіях
	Дорожнє покриття	Передавання вібрації від транспорту на прилеглі території
Літосфера, гідрологічні умови	Водопрпускні і водовідвідні споруди	Ерозія русел водотоків, відвідних русел і процеси утворення ярів. Підтоплення території з верхової сторони

Закінчення таблиці 2.1

Літосфера, ґрунт	Земляне полотно	Забруднення ґрунту продуктами ерозії земляного полотна. Забруднення придорожньої території матеріалами для ремонту і утримання доріг.
	Дорожнє покриття	Забруднення продуктами зношення дорожнього покриття
	Споруди інфраструктури (водії, пасажери) в придорожній смузі	Забруднення сміттям, побутовими відходами, нафтопродуктами, техногенними предметами, погіршення естетики ландшафту
Гідросфера	Земляне полотно	Забруднення води річок і озер продуктами ерозії земляного полотна
	Дорожнє покриття	Забруднення поверхневих і підземних вод в продуктами зношення дорожнього покриття, автомобільних шин, викидами газів, що відходять автомобілів, в результаті ненормативного використання протижелезних хімічних матеріалів
	Водопрпускні і водовідвідні споруди	Зміна режиму течії води в водотоках (швидкість течії, наноси, розмиви, каламутність води)
	Споруди інфраструктури в придорожній смузі	Забруднення поверхневих вод брудом, сміттям, нафтопродуктами, побутовими відходами

Екологічна безпечність конкретної дороги встановлюється з використанням набору екологічно значущих показників і їх оціночних критеріїв, що визначають характеристики і властивості дороги, як джерела впливу на природну і соціальну середу, а також компонентів довкілля, на які впливає автомобільна дорога. Показники та їх оціночні критерії визначаються

сукупністю вимог, встановлених відповідними законодавчими і нормативно-правовими документами [9].

## 2.1 Забруднення атмосферного повітря

Кількість транспортних засобів, зокрема автомобілів різного типу, невпинно зростає. Це не може не позначитись на якості повітря, а особливо в густонаселених мегаполісах, де скупчення автомобілів набагато вище за приміські зони. Погіршення стану навколишнього середовища викликає зниження імунітету населення, сприяє зростанню чисельності захворювань [10].

Автомобільний транспорт забруднює атмосферу трьома способами: емісією шкідливих речовин з відпрацьованими газами, проривом газів у картер двигуна й емісією шкідливих речовин у результаті випару палива в паливних баках, карбюраторах, а також у результаті витоків палива.

Основними джерелами забруднення повітряного середовища автомобілів є відпрацьовані гази ДВЗ, паливні випаровування.

Двигун внутрішнього згоряння - це тепловий двигун, в якому хімічна енергія палива перетворюється в механічну роботу.

По виду застосовуваного палива ДВЗ підрозділяють на двигуни, що працюють на бензині, газі і дизельному паливі. За способом займання горючі суміші ДВЗ бувають із запалюванням від стиснення (дизелі) і з запалюванням від іскрової свічки запалювання.

Дизельне паливо являє собою суміш вуглеводнів нафти з температурами кипіння від 200 до 3500°C. Дизельне паливо повинно мати певну в'язкість і самозаймистість, бути хімічно стабільним, при згорянні мати мінімальну димність і токсичність. Для поліпшення цих властивостей в палива вводять присадки, антидимні або багатofункціональні [11].

Відходні гази двигунів містять складну суміш, з більш ніж 200 компонентів, серед яких чимало канцерогенів. Основним параметром, що впливає на інтенсивність забруднення навколишнього середовища є тип двигуна автомобіля. У таблиці 2.1 вказані види викидів забруднюючих речовин від різних типів двигунів автомобілів.

Таблиця 2.1 Основні види викидів забруднюючих речовин від різних типів двигунів автомобілів

Тип двигуна	Паливо	Види забруднен.	Приклад
Чотиритактний двигун внутрішнього згоряння	Бензин	Вуглеводні оксид вуглецю, оксиди азоту	Автомобілі, автобуси, літаки, мотоцикли
Двутакий двигун внутрішнього згоряння	Бензин ( з додаванням масла)	Вуглеводні оксид вуглецю, оксиди азоту, тверді речовини	Мотоцикли допоміжні мотори

Утворення токсичних речовин - продуктів неповного згоряння і оксидів азоту в циліндрі двигуна в процесі згоряння відбувається принципово різними шляхами.

Перша група токсичних речовин пов'язана з хімічними реакціями окислення палива, що протікають як в предпламенній період, так і в процесі згоряння - розширення.

Друга група токсичних речовин утворюється при з'єднанні азоту та надлишкового кисню в продуктах згоряння. Реакція утворення окислів азоту носить термічний характер і не пов'язана безпосередньо з реакціями окислення палива.

До основних токсичних викидів автомобіля відносяться: відпрацьовані гази (ВГ), картерів гази і паливні випаровування.

Відпрацьовані гази, що викидаються двигуном, містять окис вуглецю (CO), вуглеводні ( $C_xH_y$ ), оксиди азоту ( $NO_x$ ), альдегіди і сажу.

Картерні гази - це суміш частини відпрацьованих газів, яка проникла через нещільності поршневих кілець в картер двигуна, з парами моторного масла.

Паливні випаровування надходять в навколишнє середовище з системи живлення двигуна: стиків, шлангів і т.д.

Розподіл основних компонентів викидів у карбюраторного двигуна наступне: відпрацьовані гази містять 95% CO, 55%  $C_xH_y$  і 98%  $NO_x$ , картерів гази по - 5%  $C_xH_y$ , 2%  $NO_x$ , а паливні випаровування - до 40%  $C_xH_y$ .

Основними токсичними речовинами - продуктами неповного згоряння є сажу, окис вуглецю, вуглеводні, альдегіди.

Кількість забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу, залежить від цілого ряду чинників. На викиди оксиду вуглецю сильно впливає рельєф дороги і режим руху автомашини. Так, наприклад, при прискоренні і гальмуванні в відпрацьованих газах збільшується вміст оксиду вуглецю майже в 8 разів. Мінімальна кількість оксиду вуглецю виділяється при рівномірній швидкості автомобіля 60 км / год. Викиди оксидів азоту максимальні при відношенні повітря - паливо 16 : 1.

Таким чином, значення викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах автотранспорту залежать від цілого ряду чинників: відносини в суміші повітря і палива, режимів руху автотранспорту, рельєфу і якості доріг, технічного стану автотранспорту та ін.

Склад і обсяги викидів залежать також від типу двигуна. Викиди основних забруднюючих речовин значно нижче в дизельних двигунах. Тому прийнято вважати їх більш екологічно чистими. Однак дизельні двигуни



відрізняються підвищеними викидами сажі, що утворюється внаслідок перевантаження палива. Сажа насичена канцерогенними вуглеводнями і мікроелементами; їх викиди в атмосферу неприпустимі [12].

## 2.2 Забруднення ґрунту свинцем

Одним з найбільш токсичних металів є свинець, даний елемент належить до першого класу небезпеки. В бензин в якості антидетонаційної присадки вводять тетраетилсвинець (ГДК 0,005 мг / м<sup>3</sup>, 1 кл). Тому близько 80% свинцю і його сполук, що забруднюють повітря, потрапляють в нього при використанні етилованого бензину: при спалюванні 1 л зазначеного бензину в повітря надходить 0,2-0,4 г свинцю. В результаті спалювання рідкого палива в повітря щорічно викидається, за різними оцінками, від 180 тис. т до 260 тис. т, що в 60 -130 разів перевищує надходження свинцю в атмосферу при вулканічних виверженнях [13].

Оксиди свинцю виникають в ВГ карбюраторних двигунів, коли використовується етилований бензин, щоб збільшити октанове число для зменшення детонації. При спалюванні однієї тонни етилованого бензину в атмосферу викидається приблизно 0,5-0,85 кг оксидів свинцю.

ГДК свинцю в атмосфері повітря становить 0,03 мг / куб.м, в воді-0,03 мг / л, в ґрунті-32 мг / кг.

Радикальний метод боротьби із забрудненням навколишнього середовища свинцем викидами автомобільного транспорту - відмова від використання етилованого бензину.

Оксиди свинцю накопичуються в організмі людини, потрапляючи в нього через тваринну і рослинну їжу. Свинець і його сполуки відносяться до класу високотоксичних речовин, здатних заподіяти відчутної шкоди здоров'ю людини. Свинець впливає на нервову систему, що призводить до зниження

інтелекту, а також викликає зміни фізичної активності, координації, слуху, впливає на серцево-судинну систему, приводячи до захворювань серця. Свинцеве отруєння (сатурнізм) посідає перше місце серед професійних інтоксикацій.

Вміст свинцю в рослинах, які ростуть біля доріг, залежить від відстані рослини до дороги. Норма РЬ в Європі - 10 мг РЬ в 1 кг трави.

При вдиханні міського повітря великі свинцеві аерозолі затримуються в бронхах і носоглотці, а ті, що мають розмір менше 1 мкм (їх приблизно 7080%), потрапляють в легені, а потім проникають по капілярах, і з'єднуючись з еритроцитами отруюють кров. Анемія, постійні головні болі, біль у м'язах - ознаки свинцевого отруєння - проявляються при вмісті в крові свинцю 80 мкг

\ 100 мл. Сполук свинцю особливо шкідливі для інтелектуальних здібностей дітей. В організмі дитини залишається до 40% потрапили в нього з'єднань. У ґрунтах навколо доріг накопичуються валові і рухомі форми свинцю.

Наприклад, на московській кільцевій автодорозі великі частки свинцю осідають на узбіччях на відстані до 30 м, а при відсутності зелених насаджень до 400 м.

Свинець і його сполуки знижують активність ферментів, порушують обмін речовин, сприяють тим самим зниження врожаїв, втрат у тваринництві, постійної загибелі дерев. Оскільки в рослинах може акумулюватися значна кількість свинцю, вживати в їжу злаки і фрукти, вирощені уздовж автодоріг, небезпечно [14].

### 2.3 Забруднення водного середовища

При експлуатації автомобільної дороги утворюються стічні води. Склад і кількість цих вод різні. Стічні води повертаються назад в навколишнє

середовище, головним чином в об'єкти гідросфери (річка, канал, озеро, водосховище).

Забруднення водних об'єктів відбувається внаслідок попадання транспортних викидів на поверхню землі в басейнах стоку, в підземні води і безпосередньо у відкриті водойми. З поширених викидів найбільше занепокоєння викликає потрапляння в воду нафтопродуктів. Перші ознаки у вигляді окремих кольорових плям з'являються вже при розливі 4 мл / м<sup>2</sup> (товщина плівки - 0,004-0,005 мм). При наявності 10-50 мл / м<sup>2</sup> плями набувають сріблястий відблиск, а більше 80 мл / м<sup>2</sup> - яскраві кольорові смуги. Хмарно-тьмяна плівка виникає при розливі більше 0,2 л / м<sup>2</sup>, а при 0,5 л / м<sup>2</sup> - вона набуває темний колір.

Вплив доріг на водотоки виражається в зміні їх:

- а) гідрохімічного режиму;
- б) каламутності річкових вод; термічного і ледового режиму;
- в) гігієнічних і рибогосподарських умов ділянок річок, що перетинаються дорогою;
- г) рівневого і водного режимів видатків;
- д) гідравлічних і морфологічних характеристик русла і заплави річок, струмків.

Експлуатація автомобільних доріг і транспортних споруд призводить до забруднення водойм, ґрунтових вод внаслідок фільтрації стоків з поверхні землі, а також шляхом скидання стічних вод без очищення з автомобільних доріг в підземні горизонти [15].

Головним джерелом забруднення водного стоку є знос і руйнування дорожніх покриттів. Основними забруднюючими компонентами поверхневого стоку є продукти стирання дорожніх покриттів, продукти зносу автотранспортних засобів і згоряння палива, тверді частинки, що виносяться з узбіччя і відкритих ґрунтових поверхонь, в тому числі в результаті вітрової ерозії ґрунтів, втрати нафтопродуктів (палива, оливи, шампуні)

транспортними засобами і на об'єктах дорожнього сервісу (АЗС, майданчики відпочинку, автосервіси), солі і тверді частинки антигололедних реагентів (в зимовий час), тверді відходи і продукти життєдіяльності і учасників руху, втрати при транспортуванні різних вантажів.

Всі забруднюючі речовини, присутні в поверхневому стоці з доріг, можна класифікувати як:

- мінеральні та органічні домішки природного походження, що утворюються в результаті виносу ґрунту з ґрунтових доріг та узбіч і ерозії ґрунту;

- грубодисперсні домішки (частинки піску, глини, гумусу), а також розчинені органічні і мінеральні речовини; вещества техногенного происхождения в различном фазоводисперсном состоянии - потери нефтепродуктов, продукты сгорания топлива и износа транспортных средств, шин, истирания дорожных покрытий, соли и другие антигололедные реагенты, потери при транспортировке различных грузов, а также при авариях;

- біогенні і бактеріальні забруднення, що надходять в водотоки при поганому санітарно-технічному стані території та каналізаційних мереж, від розміщення твердих відходів і відходів життєдіяльності учасників руху в смузі відводу.

Концентрація зважених часток в поверхневому стоці з мостів пов'язана з сезонними факторами і режимом стоку, залежить від інтенсивності і складу транспортного потоку, стану дорожнього покриття, дорожньої обстановки і т.п. Зважені частинки впливають на прозорість води і на проникнення в неї світла, на температуру, склад розчинених компонентів поверхневих вод, адсорбцію токсичних речовин, а також на склад і розподіл відкладень, швидкість осадкообразовання. Діапазон значень концентрацій суспензій в поверхневому стоці становить 45 - 4000 мг / л. Для оціночних розрахунків

гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти використовуються значення типових концентрацій забруднюючих речовин, наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Значення концентрацій забруднюючих речовин в поверхневому стоці з покриттів автодоріг I категорії

Найменування речовини	Кількість забруднень, мг/дм <sup>3</sup>	
	в дощових водах	в талих водах
Зважені речовини	1300	2700
Нафтопродукти	24	26
Важкі метали (приведені до свинцю)	0,28	0.30

Нафтопродукти в поверхневому стоці представляють суміш паливномастильних матеріалів, які застосовуються в транспортних засобах. На поверхню проїжджої частини потрапляють вони внаслідок витоків з вузлів і агрегатів транспортного засобу і при холодному пуску двигунів в зимовий час.

Знос фрикційних накладок гальмівних колодок, дисків зчеплення, а так само шин призводить до утворення дрібнодисперсного пилу, що містить важкі метали, яка осідає на поверхні доріг вздовж узбіч і далі змивається дощовими водами.

Джерелом важких металів можуть бути і деякі види моторних і трансмісійних масел, що містять металоорганічні присадки і використання протижеледних реагентів. Крім того протижеледних становлять джерело хлоридів натрію, кальцію і ін. Речовин. Накопичення хімічних реагентів в придорожній смuzі відбувається не в поверхневому шарі ґрунту, а на глибині до 60 см, досягаючи ґрунтових вод і зони кореневої системи рослин.

При негативних температурах і відсутності стоку реагенти інтенсивно вбираються снігом і разом з ним перекидаються збиральними машинами в бік від проїжджої частини на відстань до 50 м. Частина солей, котрі вступили в реакцію, залишається на покритті, і з бризками від коліс машин, з пилом і снігом може переноситися вітром на значні відстані. Засолення порушує метаболізм рослин, впливає на ріст, розмноження і розселення видів.

Необхідність очищення вод поверхневого стоку з доріг і мостів (і підходів до них) визначають на підставі розрахунків гранично-допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин, що надходять у водні об'єкти зі стічними водами.

При подальшій експлуатації побудованої автомобільної дороги насадження, які ростуть в її околицях, підпадають під вплив забруднення, пов'язаного в першу чергу з викидами забруднюючих речовин при горінні палива в ДВЗ, а також з технологіями літнього та зимового утримання доріг і мостів (сольові компоненти (іони натрію і хлору) протижелезних реагентів у великих концентраціях токсичні для всіх компонентів лісового біогеоценозу. Вміщені в ґрунтовому розчині хлориди ускладнюють надходження в рослини води і поживних речовин, надають негативну дію на активність ґрунтової мікрофлори і викликає її часткову загибель, порушують біохімічні процеси асиміляції і метаболізму в клітинах рослин, що призводить до ослаблення і загибелі всієї рослини.

Вплив автодороги в процесі експлуатації на тваринний світ проявляється в першу чергу в зміні їх просторової і сезонної динаміці. Забруднення викликає зниження плодючості, тривалості життя, швидкості личиночного розвитку, життєздатності яєць, морфологічних ознак окремих особин. Придорожня смуга, якщо вона засаджена щільною деревами та кущами, привертає тварин і є місцем для гніздування ряду птахів, що може привести до їх загибелі при зіткненні з транспортом [16].

## 2.4 Оцінка рівнів шумового впливу

Протягом останніх десятиліть екологи звернули увагу на негативний вплив шуму на організм людини. Відповідно до проведених досліджень, 60 - 80% шумів, що супроводжують людину в житловій забудові, створюють транспортні потоки. Транспортний шум є одним з найбільш небезпечних параметричних забруднень навколишнього середовища.

Орган слуху людини має здатність диференціювати сигнальний шум від «фонового» шуму. Щоб попередити негативний вплив тривалого шуму на людину в процесі сну і відпочинку, еквівалентний скоректований рівень шуму всередині приміщень не повинен перевищувати 30 дБ. Звуки, супутні дорожньому руху як всередині, так і за межами міських районів, є найбільш важливим джерелом шумового забруднення навколишнього середовища в ЄС. Близько 125 мільйонів людей потенційно піддаються впливу шуму, що перевищує 55 дБ (за станом на 2012 рік).

Ефективним заходом зниження шкідливого впливу на городян автомобільного транспорту є організація пішохідних зон з повною заборонаю в'їзду туди транспортних засобів [17].

Транспортні тунелі повинні влаштовуватися в напрямку найбільш інтенсивних транспортних потоків і розділяти транспортний і пішохідний рух на різних рівнях.

У багатьох містах частину особистих автомобілів розміщується у дворах житлових будинків, на газонах і дитячих майданчиках. Це погіршує умови життя городян. Для вирішення зазначеної проблеми доцільно спорудження багатоповерхових кооперативних гаражів та гаражів-готелів.

З екологічної точки зору проблема транспортного шуму на даній території дослідження при експлуатації транспортної розв'язки є однією з найгостріших, оскільки дорога буде проходити в безпосередній близькості до житлових забудови.

Шум від міського транспорту складає 70-90 дБА зі спектром частот на максимумі енергії 400-800 Гц. Транспортні засоби створюють близько 80% всіх шумів, проникаючих в місця перебування людей [18].

Найбільш високі рівні шуму відзначаються на міських транспортних магістралях, в зоні їх перетинів, які є вузлами в структурі планувальних утворень міста і впливають на формування акустичного середовища прилеглих територій.

Створення оптимальної або комфортної зовнішнього середовища і, зокрема, акустично упорядкованій, як і раніше є важливою актуальною проблемою.

Згідно з державними стандартами і існуючими методиками вивчення шуму транспортних потоків і виміри його рівнів проводяться на перегонах міських транспортних магістралей. Вплив транспортних перетинів і ряд факторів, що впливають на рівень шуму приміагістральної території, пропонується враховувати за допомогою відповідних поправок. Найбільш високі рівні шуму відзначаються на міських транспортних магістралях, в зоні їх перетинів. Розрахунки рівня шуму в зонах перетинів транспортних магістралей показують, що звукові поля мають просторову неоднорідність, і значення рівня звуку перевищують на 2-7 дБА розрахункові значення рівня звуку на перегонах.

В даний час для встановлення значень акустичних характеристик транспортних потоків застосовують метод натурних вимірювань (інструментальний), розрахунковий та аналітичний метод (графоаналитический).

Натурні вимірювання пов'язані з визначенням статистичних характеристик шуму - рівнів звуку міських джерел шуму, в тому числі транспортних потоків. Метод натурних вимірювань шумової характеристики застосовується для встановлення залежності рівня шуму від інтенсивності,



швидкості руху і складу транспортного потоку, режиму руху транспортного потоку, оцінки шуму на відповідний період часу.

Вимірювання рівнів шуму на міських магістралях, в житлових, громадських будівлях і на територіях забудови проводяться з метою контролю відповідності фактичних рівнів шуму допустимим значенням, а також розробки необхідних заходів щодо зниження шуму і оцінки ефективності цих заходів.

Розрахунковий метод передбачає використання узагальнених в нормативній літературі даних за результатами експериментальних досліджень і враховує спеціальні поправочні коефіцієнти, виявлені раніше в процесі вивчення шумових характеристик. Даний метод є наближеним, тому що спирається на усереднені дані для всіх видів джерел шуму та використовується для прогнозування шумового забруднення. В даний час розроблені розрахункові методи, що дозволяють встановлювати шумові характеристики при русі транспорту на міських магістралях: аналітичні методи і методи моделювання.

Аналітичний метод, пов'язаний з використанням детермінованих і імовірнісних моделей, дозволяє прогнозувати шум транспортних потоків.

Проведение натурных измерений уровней звука и распространение его на территории жилой застройки очень трудоемко и не всегда осуществимо. Поэтому во многих странах применяется метод прямого акустического моделирования для исследования закономерностей распространения шума в условиях городской застройки на специальных акустических полигонах.

Графоаналітичний метод, заснований на результатах експериментальних досліджень, є одним зі спрощених методів оцінки, представлений у вигляді номограм. Дані про окремі джерела шуму узагальнені і використовуються поправки на умови поширення шуму.

Для проведення оцінки шумового режиму і графічного представлення результатів натурних вимірів використовують карти шуму. Карти шуму

території виконують нанесенням на планову підоснову кривих рівних рівнів звуку, які дозволяють визначити шумовий режим в будь-якій точці розглянутої території з точністю до 1 дБА.

З існуючого безлічі методів вимірювання та оцінки транспортного шуму в даному дослідженні використовується метод натурних вимірювань шуму транспортного і картографічний метод оцінки шумового режиму в зоні регульованого перехрестя [19].

Метод натурних вимірювань дозволяє отримати більш точні і об'єктивні значення акустичних характеристик транспортного потоку в зоні регульованого перехрестя. Використання картографічного методу оцінки шумового режиму дозволяє оцінити планувальні рішення забудови в зоні регульованого перехрестя по забезпеченню акустичним комфортом.

## 2.5 Висновок до розділу

За результатами аналізу основними змінами у навколишньому природному і соціальному середовищі під впливом автомобільної дороги є:

- 1) виснаження невідновних природних ресурсів, зміна рельєфу місцевості;
- 2) гідрологічні, кліматичні зміни;
- 3) створення несприятливих умов для проживання населення, тварин, птахів на придорожніх територіях через перевищення нормативно встановлених рівнів шуму та вібрації;
- 4) зниження родючості і сільськогосподарських земель, біопродуктивності ландшафтів і водойм, в результаті забруднення токсичними речовинами;
- 5) порушення традиційних сезонних шляхів міграції тварин, а також зміни перетину водотоку, порушення гідрологічного режиму .

### 3 ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 3.1 Опис об'єкта дослідження

Автомобільна дорога - інженерна споруда, призначена для забезпечення цілорічного руху автотранспорту з високими швидкостями при мінімумі будівельних і транспортних витрат та необхідній безпеці і зручності руху. Основою автомобільної дороги як інженерної споруди є земляне полотно, що вирівнює природний рельєф земної поверхні, а також дорожній одяг, проїжджа частина, узбіччя, штучні і лінійні споруди і всі види обстановки.

Майже всі автомобільні шляхи України проходять через населені пункти, що не відповідає вимогам до міжнародних транспортних коридорів, адже призводить до обмеження швидкості руху автомобільного транспорту.

Незадовільним є транспортно-експлуатаційний стан автошляхів: 51,1 % не відповідає вимогам за рівністю, 39,2 % — за міцністю. Середня швидкість руху на автошляхах України у 2–3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах.

##### 3.1.1 Дорожній одяг

Дорожнім одягом називається багатошарова конструкція проїзної частини дороги, призначена для руху автомобільного транспорту і передає навантаження від нього на земляне полотно. Дорожній одяг (рис.3.1) складається з додаткового шару основи, підстави і покриття.

Додатковий шар основи - це нижній конструктивний шар дорожнього одягу, який сприймає навантаження від верхнього шару основи і передає їх на ґрунти земляного полотна. Влаштовують додатковий шар з гравію, шлаку, ґрунту, який оброблено в'язучим матеріалом, і піску. Поряд з передачею навантажень на земляне полотно додатковий шар виконує функції

морозозахистного або дренажного шару, призначеного для відводу надлишкової вологи з верхніх шарів земляного полотна і осушення дорожнього одягу.

Підстава - це несуча міцна частина дорожнього одягу, що влаштовується з кам'яних матеріалів або ґрунту, оброблених в'язучими матеріалами. Підстава розподіляє тиск від проїжджаючого транспорту на ґрунт земляного полотна або нижні шари. Підстава може складатися з одного або декількох шарів. Так як воно не піддається безпосередньому впливу коліс автомобілів, для його пристрою використовують матеріали дещо меншою міцності, ніж в покритті.

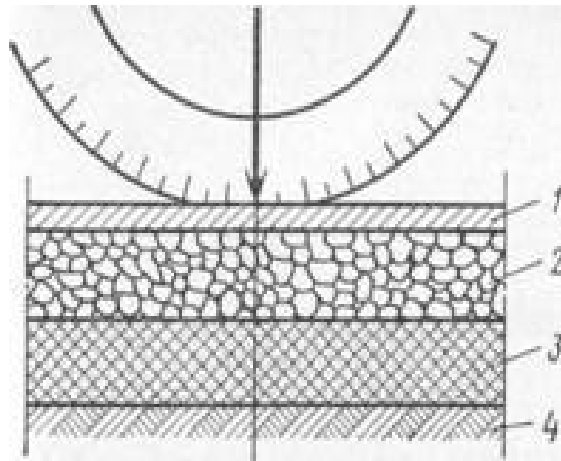


Рисунок 3.1 - Конструктивні шари дорожнього одягу:

1 - покриття, 2 - підстава, 3 - додатковий шар підстави, 4 - ґрунт земляного полотна.

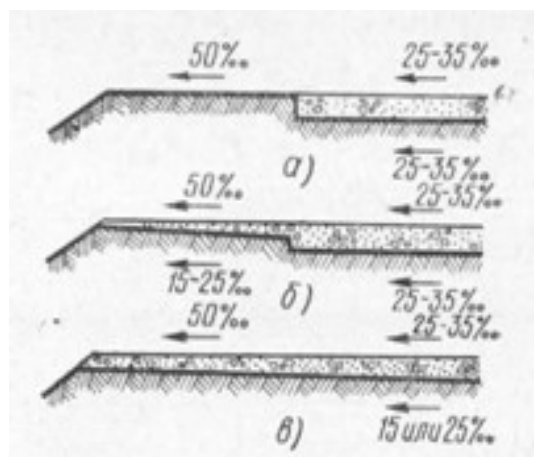


Рисунок 3.2 - Поперечні профілі дорожніх одягів:

а - Коритний, б - полукоритний, в – серповидний.

Покриття - це верхній, найміцніший, шар дорожнього одягу. Він сприймає навантаження безпосередньо від проходить транспорту і забезпечує необхідні експлуатаційні якості автомобільної дороги - міцність і рівність покриття, високий коефіцієнт зчеплення з шинами і опір зношування. Покриття часто розділяється на шар зносу і основний шар. Шар зносу в міру стирання періодично поновлюють. Товщина верхнього шару бетону в двошарових покриттях приймається не менше 6 см..

Поздовжній шов нарізають при ширині покриття понад 45 м, що виключає утворення в покритті поздовжніх тріщин.

Поперечні шви розширення забезпечують поздовжню стійкість покриття при нагріванні влітку. Їх влаштовують в залежності від температури навколишнього середовища при укладанні суміші приблизно через 24-60 м на всю товщину плити. При використанні безрейкової технології будівництва покриття шви розширення влаштовують в кінці кожної робочої зміни і при перебогах в подачі суміші більш ніж 20-30 хв.

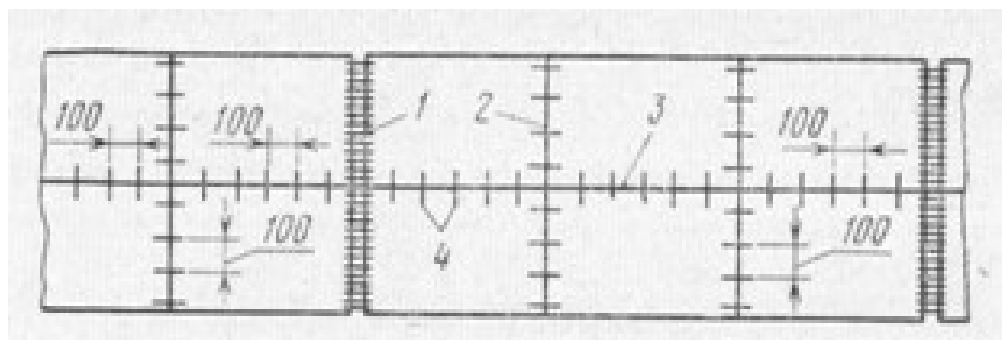


Рисунок 3.3 - Схема розташування швів в цементобетонному покритті  
1 - шов розширення, 2 шов стиснення, 3 - поздовжній шов, 4 – штирі.

Поперечні шви стиснення забезпечують можливість скорочення плит при зниженні температури. Ширина шва 0,6-1 см. Їх нарізають на глибину не менше 0,25 товщини покриття і мають у своєму розпорядженні на відстані 5-8 м один від іншого. Для спільної роботи плит та збереження їх взаємного

положення в шви вводять сталеві стрижні - штирі 4, які перешкоджають зсуву плит. Штирі вводять перпендикулярно поперечному шву на глибину, рівну половині товщини покриття. Для вільного переміщення одних плит щодо інших в горизонтальному напрямку при температурному перепаді половину штиря обмазують бітумом, щоб виключити схоплювання цієї частини штиря з бетоном сусідньої плити. При влаштуванні цементобетонних покриттів на укріплених підставах допускається не укладати штирі в поперечні шви. Шви заповнюють водонепроникним матеріалом.

Підстави дорожніх одягів виконують із щебеню, гравію, шлаку або з ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами. В окремих випадках щебеневої і гравійні підстави просочують бітумом або дьогтем.

Для забезпечення цілорічної проїжджуваність незалежно від умов погоди на проїжджій частині дороги влаштовується дорожній одяг (рис.3.4).

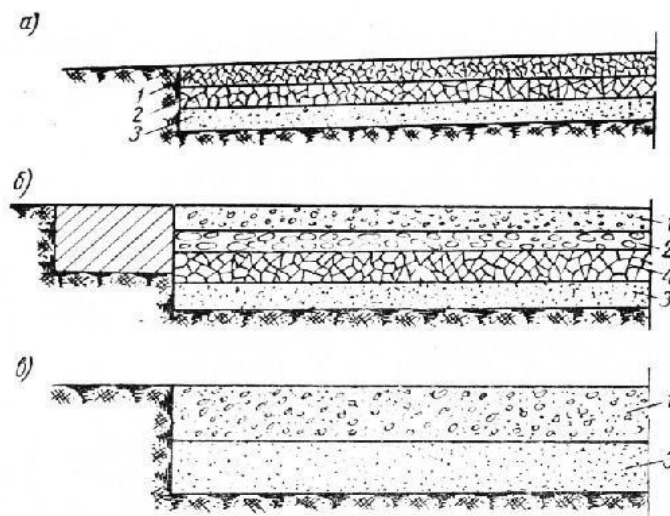


Рисунок 3.4 - Дорожній одяг

а - з щебеневою або гравійним покриттям; б - з асфальтобетонним покриттям; в - з цементобетонним покриттям;

1 - верхній шар; 2 - нижній шар; 3 - підстильний шар; 4 – підстава.

Дорожній одяг на автомобільних дорогах можуть складатися з одного або декількох конструктивних шарів: покриття (верхній несучий шар, що

характеризує експлуатаційно-транспортні якості проїжджої частини); підстави (основний несучий шар, що забезпечує стійкість конструкції одягу); додаткового шару (підстильний, що несе, вирівнюючий шар).

Дорожні покриття можуть бути розділені на наступні основні типи.

Нижчі - з ґрунтів, поліпшених гранулометричними добавками (піску, гравію та ін.); з ґрунтів з підібраним гранулометричним складом.

Перехідні - з природного гравію або з штучно підібраних по крупності гравійних сумішей, з щебінок певної форми і розмірів; ґрунтові, укріплені в'язучими матеріалами.

Вдосконалені полегшені - чорні щебеневі і чорні гравійні на підставах: з щебеню, гравію, шлаку та каменю, а також ґрунто-гравійних і ґрунтових, оброблених органічними в'язучими матеріалами.

Вдосконалені капітальні - цементобетонні і асфальтобетонні, чорні щебеневі, мозаїковом і брущаті мостові на підставах: бетонному, щебеневому, жужільному, ґрунто-щебеневому і ґрунтовому, укріпленому в'язучими матеріалами.

Тип покриття вибирають, виходячи з категорії і інтенсивності руху.

Інтенсивність руху на окремих ділянках дороги має важливе значення для визначення відповідності категорії дороги фактичному транспортному завантаженню, призначенню заходів з ремонту та утримання дороги, засобів організації руху.

Облік транспортних засобів на дорогах здійснюється з метою одержання й нагромадження інформації про загальну їх кількість, а також про кількість окремих груп рухомого складу в загальному транспортному потоці.

Дані обліку інтенсивності та складу руху потрібні:

- для встановлення відповідності технічних і транспортно-експлуатаційних показників дороги до наявної інтенсивності руху;
- призначення категорії дороги і конструкції дорожнього одягу;

- визначення перспективних інтенсивності і складу руху;
- наукового планування перевезення зі складанням маршрутів і графіків перевезень;
- планування ремонтів доріг, обсягів і термінів їх виконання;
- техніко-економічного обґрунтування розміщення транспортних мереж;
- розроблення заходів з раціональної організації руху і підвищення безпеки руху.

Періодичні коливання інтенсивності руху, що відбуваються протягом дня, тижня і року, установлюються за допомогою коефіцієнта нерівномірності. Він визначається для кожної ділянки обліку на підставі даних про середньодобову інтенсивність руху в буденні, вихідні дні і в місяці перед відпустками. Цей коефіцієнт ураховує специфічні для дороги, регіону, країни і пов'язані з рухом особливості.

Обладнання для автоматизованого обліку містить два основні елементи: детектор (сенсор, датчик), який реєструє наявність або проходження транспортного засобу, і лічильник накопичення одержаних сигналів [20].

### 3.2 Вибір оптимального варіанту траси

Вибір оптимального варіанту проходження траси - дуже важливий етап в процесі оцінки впливу траси на навколишнє середовище.

Автотраса повинна проходити так, щоб завдавати мінімальної шкоди навколишньому середовищу. Траса не може проходити по особливо охоронюваних територіях. Прокладати трасу слід з найменшими втратами лісових ресурсів (особливо цінних порід деревини і місцях з великою чисельністю тварин). Бажано, щоб траса містила мінімум переходів через водні об'єкти.



Екологічну перевагу тому чи іншому варіанту проходження траси визначається з розгляду найбільш важливих екологічних і економічних критеріїв, таких як:

а. Екологічні критерії з точки зору зниження рівнів впливів:

- на атмосферне повітря (хімічного характеру),
- на водне середовище,
- на атмосферне повітря (акустичного характеру),
- на рослинний світ,
- на тваринний світ,
- на ґрунту.

б. Економічні критерії:

- мінімізація наведених сумарних витрат,
- інвестиційна привабливість придорожніх територій,
- розвиток кореспонденцій між об'єктами господарської діяльності,
- мінімізація вилучення використовуваних земель і знесення споруд.

Розвиток різних видів транспорту, особливо автомобільного, прокладка автотрас привели до багаторазового збільшення прямого і непрямого впливу транспорту на людей. Обумовлені функціонуванням транспорту несприятливі екологічні фактори (шкідливі гази, шум, вібрація і ін.), нині впливають не тільки на пасажирів, але і на безліч людей, які знаходяться поза транспортними засобами і комунікацій.

Характерною обставиною є те, що одночасно з посиленням впливу сучасного транспорту на природне середовище, змінені в результаті цього природні фактори доволі помітно і все більшою мірою прямо або побічно впливають, «заважають» функціонуванню і самого транспорту. При забрудненні повітря, наприклад, коли різко збільшується густина туманів, припиняється робота аеропортів, сповільнюється рух на автотрасах.

При всьому різноманітті форм впливу транспорту на природне середовище їх джерела можна об'єднати в дві основні групи:

а) транспортні комунікації (автодороги, залізниці, аеродроми, трубопроводи і т. Д.); вони впливають на природне середовище прямо, постійно і тривало;

б) транспортні засоби (автомобілі, літаки, судна і т. д.), які надають короточасне вплив на природне середовище; вони викликають екологічні наслідки, здатні згодом зникнути, але можуть зберігатися і відносно довго [21].

### 3.3 Екологічна безпека автомобільної дороги

Екологічна безпека автомобільної дороги - стан захищеності навколишнього природного і соціального середовища від впливу дороги на етапах будівництва, реконструкції, експлуатації, утримання і ремонту, коли параметри впливу дороги на середу не виходять за межі фонових значень або не перевищують санітарно-гігієнічних (екологічних) нормативів. В цьому випадку функціонування природних екосистем на придорожніх територіях без будь-яких змін забезпечується невизначено довгий час [22].

Екологічні вимоги до транспортного спорудження відображають:

а) потреби в матеріалах і енергії, що враховуються разом з витратами на їх видобуток, проміжні виробничі процеси і технологічні процеси будівництва;

б) виду, кількості відходів, вироблених на етапах життєвого циклу;

в) природно-кліматичних і ландшафтних особливостей території;

г) варіантів відновлення, включаючи повернення (відновлення) втрат енергії, повторне використання або рециклінг матеріалів конструкції;

д) варіантів утилізації конструкції і пов'язаних з нею відходів.

У число основних екологічних вимог входять (зазначені вимоги повинні бути реалізовані в конструкції транспортного споруди при реалізації його життєвого циклу):

- безпеку виконання транспортних послуг (запобігання загибелі людей, тваринного і рослинного світу, тобто виснаження генофонду видів і популяцій в результаті ДТП, природних і техногенних аварій і катастроф, порушень техніки безпеки);

- нешкідливість впливу на навколишнє середовище (зниження до безпечних рівнів інгредієнтному забрудненню повітря, води, ґрунту в придорожній смузі);

- забезпечення транспортного комфорту для пасажирів і населення, що знаходиться поблизу автомагістралей (зниження рівня параметричного забрудненню до санітарно-гігієнічних норм);

- мінімальне відчуження землі і зниження її родючості, збереження або поліпшення існуючого ландшафту, збереження параметрів навколишнього середовища при будівництві та експлуатації споруди в діапазонах, що не приводять до руйнування і деградації екосистем на прилеглих територіях;

- збереження (запобігання виснаженню) невідновлюваних природних ресурсів, використовуваних при будівництві та експлуатації транспортних споруджень;

- забезпечення необхідної транспортної ефективності (ступінь реалізації транспортно-експлуатаційних властивостей) транспортних споруд.

Дані вимоги повинні характеризувати:

- сучасний і перспективний стан природно-ресурсного потенціалу (оцінка окремих видів природних ресурсів і комплексні оцінки стану навколишнього середовища);

- с екологічної точки зору сучасний стан господарської системи та перспективи її розвитку;

- ступінь мінливості систем і відображають відхилення сучасного стану систем від еталонних, нормативних або базисних;

- ефективність намічуваних природоохоронних заходів;

- виступати в якості умовних еталонів, нормативів і бази порівняння (показники гранично допустимих концентрацій, викидів, навантажень) і відображати вартісні оцінки негативних наслідків в екологічних системах і в господарській сфері.

Автомобільна дорога, як і будь-яка інша технічна споруда, безпосередньо впливає на середу зміною параметрів природних систем. З позицій екологічної безпеки для проектування і експлуатації доріг найбільш важливе значення мають інгредієнтному транспортні забруднення, вилучення земель і розчленування територій. Екологічна безпека є одним з основних показників ефективності інвестицій в розвиток автомобільних доріг [23].

Екологічно безпечний стан доріг характеризується наступними показниками:

- а) Технічний стан доріг і дорожніх споруд.
- б) Рівень забруднення природного середовища придорожньої смуги.
- в) Вплив технічного стану дороги на викиди шкідливих речовин автомобільним транспортом.

Таблиця 3.1 - Класи дорожніх об'єктів за рівнем екологічної безпеки безпеки

Категорія (Клас)	Характеристика
Перший клас	Великі об'єкти, що роблять значний вплив на навколишнє середовище – федеральні і обласні магістральні і швидкісні дороги 1-ї і 2-ї категорії з числом смуг руху не менше чотирьох і штучні споруди на них, окремі мости і шляхопроводи завдовжки понад 500 м.

Закінчення таблиці 3.1

	Міжнародними нормами і федеральними документами будівництво дорожніх об'єктів першого класу віднесено до екологічно небезпечних видів діяльності.
Другий клас	Об'єкти, що роблять істотний вплив на навколишнє середовище. Дороги 2-ї і 3-ї категорії з розрахунковою (перспективною) інтенсивністю руху більше 2000 од. на добу і споруди на них. Окремі ділянки інших доріг в начелених пунктах і на особливо охоронюваних територіях, а також в складних умовах індивідуального проектування.
Третій клас	Об'єкти, які надають незначний, локальний вплив на навколишнє середовище. Автомобільні дороги з розрахунковою інтенсивністю руху менш 2000 од. на добу і транспортні споруди на них. Технічно нескладні дорожні об'єкти за проектами масового або повторного застосування. Ремонтні роботи.

Екологічно безпечним вважається такий стан автомобільної дороги, при якому:

1) Порушення і забруднення природного середовища придорожньої території, що формуються і обумовлені інженерними спорудами і конструкціями дороги, відсутні або є мінімально можливими при існуючих технологіях і сучасних вимогах народного господарства.

2) Створено умови, що забезпечують мінімально можливу (при існуючих технологіях і вимогах народного господарства) вплив на природу з боку автомобільного транспорту, що знаходиться на дорозі.

### 3.4 Попередній аналіз безпеки автомобільної дороги

Під час аналізу об'єкта з позицій безпеки вирішуються такі завдання:

- 1) виявлення небезпек, що діють на об'єкт;
- 2) оцінка і порівняння небезпек;
- 3) прийняття рішення про захист від безпосередньої загрози;
- 4) вибір оптимальних способів захисту від небезпеки.

Небезпеки постійно присутні в навколишньому середовищі. Їх джерелами є будь-яка діяльність або стан навколишнього середовища, здатні привести до реалізації небезпеки (виникнення у навколишньому середовищі факторів небезпеки). Небезпеки містять всі системи, що володіють енергією. Мають зімічно або біологічно активні компоненти та ін.

При оцінювання безпеки найбільший інтерес представляють величина небезпеки ( визначається зазвичай за які виникають від реалізації небезпеки наслідків) і частота її виникнення. Інтегрально. Великою, яка враховує обидві характеристики, є ризик небезпеки.

Ризик – комплексна оцінка небезпеки, яка в кількісному вираженні в загальному випадку визначається як добуток величини небезпеки на частоту її виникнення.

При виконанні аналізу безпеки ( або аналізу ризику) об'єкта розділяють дві стадії:

- 1) попередній аналіз ризику;

## 2) кількісний аналіз ризику.

Мета попереднього аналізу ризику – виявлення всіх діючих на об’єкт небезпек, визначення їх якісних характеристик та розробка основних заходів захисту від небезпек.

Проведення кількісного аналізу полягає у виборі оптимальних заходів на підставі кількісних критеріїв безпеки.

Якісними характеристиками безпеки є категорія безпеки за величиною наслідків і якісна оцінка частоти реалізації небезпек.

Категорія і частота реалізації безпеки визначаються відповідно за табл. 3.2 і 3.3.

В якості ризику під час виконання попереднього аналізу використовується ранг безпеки. Ранг може приймати чотири значення, які визначаються за табл. 3.4.

Таблиця 3.2 Шкала встановлення категорії безпеки

Категорія	Характеристика наслідків реалізації небезпек
IV	Небезпека, реалізація якої може швидко і з високою ймовірністю спричинити за собою значні збитки для даного об’єкту і (або) навколишнього середовища, а також масову загибель або травми людей
III	Небезпека, реалізація якої може швидко і з високою ймовірністю спричинити за собою значні збитки для даного об’єкту і (або) навколишнього середовища або можливу загибель або травми хоча б однієї людини
II	Небезпека, реалізація якої може спричинити затримку виконання завдання об’єкта, призводить до зниження працездатності людей, а при тривалому впливі – до захворювань
I	Небезпека, при реалізації якої значення її параметрів не виходять за межі допустимих

Після визначення якісних характеристик безпеки на підставі інженерної логіки розробляють основні заходи захисту від небезпек ( якщо це необхідно).

Таблиця 3.3 Якісні оцінки частоти реалізації небезпек

Види небезпек за частотою	Якісне описання
Часта	Спостерігається постійно
Ймовірна	Ймовірне часте виникнення
Можлива	Спостерігається кілька разів за термін експлуатації об'єкта
Рідкісна	Цілком можливий хоча б один раз
Майже відсутня	Малоймовірний, але можлива хоча б раз

Таблиця 3.4 Матриця визначення рангу небезпеки

Очікувана частота виникнення	Категорія небезпеки			
	IV	III	II	I
Часта небезпека	AA	AA	C	C
Ймовірна небезпека	AA	A	C	C
Можлива небезпека	A	A	C	D
Рідкісна небезпека	A	B	C	D
Майже відсутня небезпека	B	B	D	D

Ранги небезпек:

AA – обов'язкові заходи щодо зниження рангу шляхом внесення змін до проекту.

A - обов'язковий кількісний аналіз безпеки і проведення всього комплексу заходів щодо забезпечення безпеки.

B – бажано проведення кількісного аналізу, обов'язкове застосування заходів щодо забезпечення безпеки.

C – рекомендується проведення якісного аналізу, при необхідності – використання систем життєзабезпечення і проведення захисних заходів.

D – застосування заходів щодо забезпечення безпеки не потрібно.



Для об'єкта дослідження виконати попередній аналіз безпеки за наступним алгоритмом:

- провести декомпозицію системи;
- визначити небезпеки системи і частини системи, які є джерелами цих небезпек, ґрунтуючись на вказаній вище номенклатурі;
- визначити якісні характеристики небезпек, заповнивши спеціальну форму (табл. 3.5);
- ввести обмеження на аналіз безпеки;
- розробити попередні рекомендації щодо забезпечення безпеки.

1. Проводимо декомпозицію системи:

Земельне полотно → дорожнє покриття → проїзна частина → транспортні засоби → дорожня інфраструктура → водопропусні, водовідвідні споруди.

2. Встановлюємо взаємозв'язок елементів системи (рис. 3.5):



Рис. 3.5 Взаємозв'язок елементів

3. Виявляємо небезпеки і частини системи, які є джерелами цих небезпек.

1) Небезпека хімічного забруднення в результаті викиду відпрацьованих газів двигунів, акустичне забруднення шумом:

- а) транспортні засоби;
- б) техніка, що знаходиться на дорозі.

2) Небезпека забруднення повітря продуктами зношення дорожнього покриття , пилом і сміттям з його поверхні:

- а) дорожнє покриття;
- б) земельне полотно;
- в) проїзна частина.

3) Небезпека забруднення повітря викидами на АЗС, викидами віпрацьованих газів в місцях зупинок і стоянок автомобілів ( станціях технічної допомоги, пунктах харчування), викидами підприємств дорожнього сервісу:

- а) дорожня інфраструктура;
- б) транспортні засоби.

4) Небезпека деформації в підстиляючих ґрунтах, ерозійні процеси земполотна:

- а) земляне полотно;
- б) дорожнє покриття;
- в) проїзна частина.

5) Небезпека передавання вібрації від транспорту:

- а) дорожнє покриття;
- б) транспортні засоби.

6) Небезпека ерозії русел водотоків, відвідних русел і процесів утворення ярів:

- а) водопропусні споруди;
- б) водовідвідні споруди;
- в) дорожня інфраструктура.

7) Небезпека забруднення ґрунту продуктами ерозії земляного полотна, забруднення придорожньої території матеріалами для ремонту і утримання доріг:

- а) земляне полотно;
- б) дорожнє покриття;
- в) проїзна частина;

- г) дорожня інфраструктура.
- 8) Небезпека забруднення продуктами зношення дорожнього покриття:
- а) дорожнє покриття;
  - б) земляне полотно;
  - в) проїзна частина;
  - г) техніка, що знаходиться на дорозі.
- 9) Небезпека забруднення сміттям, побутовими відходами, нафтопродуктами, техногенними предметами:
- а) дорожня інфраструктура;
  - б) транспортні засоби;
  - в) техніка, що знаходиться на дорозі.
- 10) Небезпека забруднення води річок і озер продуктами ерозії земляного полотна:
- а) земляне полотно;
  - б) дорожнє покриття;
  - в) проїзна частина.
- 11) Небезпека забруднення поверхневих і підземних вод в продуктах зношення дорожнього покриття, автомобільних шин, викидами газів, що відходять автомобілів, в результаті ненормативного використання протиожеледних хімічних матеріалів:
- а) дорожнє покриття;
  - б) транспортні засоби;
  - в) техніка, що знаходиться на дорозі.
- 12) Небезпека зміни режиму течії води в водотоках (швидкість течії, наноси, розмиви, каламутність води):
- а) водопропусні споруди;
  - б) водовідвідні споруди.
- 13) Небезпека забруднення поверхневих вод брудом, сміттям, нафтопродуктами, побутовими відходами:

- а) дорожня інфраструктура;
- б) транспортні засоби;
- в) дорожнє покриття;
- г) проїзна частина.

4. Визначаємо категорії, ймовірність і ранг небезпек. Заповнюємо спеціальну форму попереднього аналізу (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 Визначення якісних характеристик небезпек

№	Елемент об'єкту	Небезпека	Характеристика небезпеки		
			Категорія	Ймовірність	Ранг
1	Дорожнє покриття	Забруднення повітря продуктами зношення дорожнього покриття , пилом і сміттям	II	Ймовірно	C
		забруднення брудом, сміттям, нафтопродуктами, твердими відходами	III	Ймовірно	A
2	Земляне полотно	Забруднення продуктами зношення та ерозії	II	Ймовірно	C
3	Проїзна частина	Забруднення продуктами зношення та ерозії	II	Часто	C
		Забруднення брудом, сміттям, нафтопродуктами, твердими відходами	III	Ймовірно	A
4	Транспортні засоби	Хімічне забруднення відпрацьованими газами	III	Часто	AA
		Забруднення продуктами зношення, брудом, сміттям, нафтопродуктами, твердими відходами	III	Часто	AA
		Вібрація, шум	I	Часто	C
5	Водопротусні і водовідвідні споруди	Ерозія русел, водотоків	I	Можливо	D
		Зміна режиму течії води	I	Можливо	D
6	Дорожня інфраструктура	Забруднення викидами відпрацьованих газів	III	Ймовірна	A
		Ерозія русел	I	Рідкісно	D

Розглянута система є джерелами небезпек 6 видів і 4 рангів. Виявлено 2 небезпеки найвищого рангу (AA), інші небезпеки мають ранги A, C, D. Необхідні заходи щодо зниження рангів небезпеки.

5. Рекомендації:

- Зниження шкідливого впливу токсичних речовин на навколишнє середовище в процесі експлуатації за рахунок впровадження новітніх систем нейтралізації шкідливих викидів;

- встановлення на транспортних засобах індикаторів, які надають інформацію щодо необхідності заміни;

- уникнення неконтрольованого захоронення небезпечних відходів;

- проектування і виготовлення нових транспортних засобів, здатних до швидкого розбирання, використання у подальшому вживаних справних механізмів і агрегатів та їх утилізація;

- своєчасне технічне обслуговування і точне регулювання системи запалювання та живлення двигунів внутрішнього згорання;

- створення і впровадження малошумних машин і механізмів;

- розміщення підприємств, транспортних магістралей, аеродромів та інших об'єктів з джерелами шуму під час планування і забудови населених пунктів відповідно до встановлених законодавством санітарно-гігієнічних вимог, будівельних норм та карт шуму;

- виробництво будівельних матеріалів, конструкцій, технічних засобів спорудження житла, об'єктів соціального призначення та будівництво споруд з необхідними акустичними властивостями;

- встановлення шумозахисних екранів вздовж автомобільної дороги, які дозволяють знизити рівень шуму, вібрації та зменшити концентрацію забруднюючих речовин в повітрі на 25-30% (рис. 3.6);

- встановлення відеонагляду та призначення штрафу за викид сміття на земляне полотно та проїзну частину;

- розміщення вздовж автомагістралей місць для кемпінгу;

- посадка зелених насаджень для зниження концентрації забруднюючих речовин [24].

### 3.5 Висновок до розділу

Проаналізовано об'єкт дослідження та запропонований вибір оптимального варіанту траси. Автотраса повинна проходити так, щоб завдавати мінімальної шкоди навколишньому середовищу. Характерною обставиною є те, що одночасно з посиленням впливу сучасного транспорту на природне середовище, змінені в результаті цього природні фактори доволі помітно і все більшою мірою прямо або побічно впливають, «заважають» функціонуванню і самого транспорту.

Вивчена екологічна безпека автомобільної дороги та зроблений попередній аналіз безпеки автомобільної дороги. Проаналізував таблицю 3.5, можна зробити висновок, що частішою небезпекою для навколишнього середовища стає хімічне забруднення відпрацьованими газами, забруднення продуктами зношення, брудом, сміттям, нафтопродуктами та шумовий вплив, тому ми зробили попередні рекомендації щодо зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

## 4 РОЗРАХУНОК ШКОДИ, ЩО ЗАВДАЄТЬСЯ ВИКИДАМИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АВМОСФЕРУ

### 4.1 Оцінка рівня забруднення ґрунту автомобільним транспортом

При роботі двигунів транспортних засобів утворюються "умовно тверді" викиди, що складаються з аерозольних і пилоподібних частинок. У дуже великій кількості утворюються викиди сполук перехідних свинцю і вуглецю (сажі), при інтенсивності руху більше 30000 - 40000 авт. / Добу істотний вплив на навколишнє середовище можуть надавати викиди кадмію та цинку.

Викиди сполук перехідних свинцю відбуваються одночасно з викидами відпрацьованих газів при роботі двигунів внутрішнього згорання автомобілів на етілірованном бензині.

Вважається, що близько 20 % загальної кількості свинцю розповсюджується з газами у вигляді аерозолів, 80 % випадає у вигляді твердих частинок розміром до 25 мк та водорозчинних сполук перехідних на поверхню прилеглих до дороги земель, накопичується в ґрунті на глибині орного шару або на глибині фільтрації води атмосферних опадів.

Небезпека накопичення сполук свинцю в ґрунті обумовлена високою доступністю його рослинам і переходом по ланках харчового ланцюга в тварин, птахів і людини.

Гранично допустима концентрація свинцю в ґрунті за загальносанітарною показником з урахуванням фонового забруднення становить 32 мг / кг.

Забруднення придорожніх земель свинцем, що містяться у викидах автомобілів, слід оцінювати на основі рівня забруднення поверхневого шару ґрунту, визначеного розрахунковим шляхом.

Рівень забруднення свинцем поверхневого шару ґрунту на різних відстанях від краю проїжджої частини автодороги розраховується за формулою

$$P_c = \frac{P}{h \cdot \rho}, \quad (4.1)$$

де  $h$  - товщина ґрунтового шару, в якому розподіляються св викиди свинцю (на орних землях приймається рівною 0,2 м, на інших відх угідь (в тому числі і на цілині) - 0,1 м), м;  $\rho$  - щільність ґрунту, кг/м<sup>3</sup>;

$P_c$  - рівень забруднення поверхневого шару ґрунту свинцем, мг/м<sup>2</sup>;

$P$  - величина відкладення свинцю на поверхні землі, мг/м<sup>2</sup>,

$$P = 0,4 \cdot K_i \cdot \varphi \cdot T_r \cdot P_{\text{э}} + F. \quad (4.2)$$

Тут  $K_i$  - коефіцієнт, що враховує відстань  $L$ , м, від краю проїжджої частини (приймається по таблиці 4.1);  $\varphi$  - коефіцієнт залежить від сили і напрямку вітру;

$T_r$  - розрахунковий термін експлуатації автодороги, добу (приймається рівним 7300 діб, що відповідає 20-ти річному перспективному терміну);  $F$  - фонове забруднення поверхні землі;

$P_{\text{э}}$  - потужність емісії свинцю.

Таблиця 4.1. – Залежність величини  $K_i$  від відстані  $L$  до краю проїзної частини

L, м	10	20	30	40	50	60	80	100	150	200
$K_i$	0,50	0,10	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0,001	0,0002



Потужність емісії свинцю, мг/м·добу, при відомій середньодобовій інтенсивності руху за розрахунковий період визначається за формулою

$$P_{\Sigma} = K_{п} \cdot m_p \cdot K_T \cdot K_o \cdot \left( \sum_{i=1}^n G_i \cdot P_i \cdot N_i \right), \quad (4.3)$$

де  $K_{п} = 0,74$  – коефіцієнт перерахунку одиниць вимірювання;

$m_p$  - коефіцієнт, що враховує дорожні й автотранспортні умови в залежності від середньої швидкості транспортного потоку (приймається за малюнком 4.1);

$K_i$  - коефіцієнт, що враховує частку свинцю, що викидається у вигляді твердих частинок в загальному обсязі викидів;

$K_o = 0,8$  - коефіцієнт, що враховує осідання свинцю в системі випуску відпрацьованих газів автомобіля;

$G_i$  - середній експлуатаційний витрата палива для даного типу автомобілів (таблиця 4.2), л/км;

$N_i$  - середньодобова інтенсивність руху автомобілів даного типу, авт. / добу;

$P_i$  - вміст сполук свинцю в паливі для автомобіля даного типу, г/кг;

Таблиця 4.2. – Середні експлуатаційні норми витрат палива

№ п/п	Тип автомобілю	Значення $G_i$ , л/км
1	легкові автомобілі карбюраторні	0,11
2	легкові автомобілі карбюраторні	0,16
3	вантажні автомобілі карбюраторні	0,33
4	автобуси карбюраторні	0,37

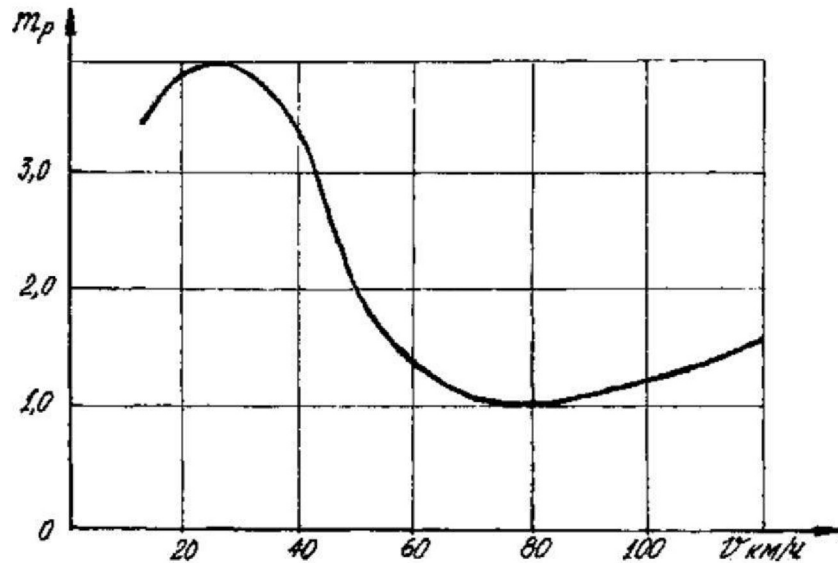


Рисунок 4.1 – Залежність коефіцієнта  $m_p$  від середньої швидкості транспортного потоку

Результати розрахунку рівня забруднення свинцем поверхневого шару ґрунту на межі смуги відведення слід зіставити з ГДК свинцю в ґрунті за загально-санітарною показником, наведеним вище.

#### 4.2 Розрахунок

Виконати розрахунок і оцінку рівня забруднення придорожніх земель викидами свинцю і вибрати захисні заходи щодо зменшення ширини їх поширення при наступних умовах: розрахунковий період експлуатації автодороги - 20 років (7300 діб); виходячи з рози вітрів, коефіцієнт  $\varphi = 0,7$ ;  $h = 0,2$  м і  $\rho = 1400$  кг/м<sup>3</sup>, типи автомобілів в транспортному потоці відповідають порядковим номерам в таблиці 4.2.

Таблиця 4.3 – Вихідні дані

N, авт./добу	Розподіл автомобілів по типу, %				V, км/год
	1-й	2-й	3-й	4-й	
40 000	46	23	11	20	60

$$1) P_c = \frac{P}{h \cdot \rho} = \frac{62403,32}{0,2 \cdot 1400} = 222,9 \text{ (мг/кг)}.$$

$$2) P = 0,4 \cdot K_i \cdot \varphi \cdot T_p \cdot P_{\Sigma} + F = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 7300 \cdot 61,06 + 0 = 62403,32 \left(\frac{\text{мг}}{\text{м}^3}\right).$$

$$3) P_{\Sigma} = K_{\Pi} \cdot m_p \cdot K_T \cdot K_o \cdot \left(\sum_{i=1}^n G_i \cdot P_i \cdot N_i\right) = 0,74 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot \left(\sum_{i=1}^n (0,11 \cdot 0,16 \cdot 0,33 \cdot 0,37) \cdot 40000\right) = 61,06 \text{ (мг/м} \cdot \text{добу)}.$$

Отримані розрахункові значення величини забруднення свинцем прилеглих до дороги земель порівнюємо з ГДК:

$$P_c = 222,9 \text{ мг/кг} \square \text{ ГДК} = 32 \text{ мг/кг}.$$

Отже, запропонуємо рекомендації по підтриманні та поліпшенні якості ґрунту:

- а) необхідна організація в місті моніторингу за станом ґрунтового покриву як основної базової компоненти екосистем;
- б) необхідно посилити увагу до підбору асортименту рослин, що застосовуються при проведенні офіційного озеленення, з урахуванням їх біоекологічних особливостей, стійкості до аеротехногенного забруднення і механізмів функціонування в змінених умовах природно-техногенного комплексу урбоекосистем.

Для зменшення ширини поширення забруднення придорожньої смуги потрібно передбачити захисні зелені насадження, екрани, захисні вали (насипи), прокладку автомобільної дороги у виїмці. Ефективність даних заходів на стадії проектування можна оцінити по таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Зниження концентрації забруднення різноманітними типами захисних споруд та зелених насаджень.

Заходи	Зниження концентрації, %
один ряд дерев з чагарником висотою до 1,5 м на смузі газону 3..4 м	10
два ряди дерев без чагарнику на смузі газону 8..10 м	15
два ряди дерев з чагарником на смузі газону 10..12 м	30
три ряди дерев з двома рядами чагарнику на смузі газону 15..20 м	40
чотири ряди дерев з чагарником висотою 1,5 м на смузі газону 25..30 м	50
суцільні екрани, стіни будівель заввишки понад 5 м від рівня проїжджої частини	70
земляні насипи, укоси при прокладанні дороги у виїмці при різниці оцінок 2..3 м	50
земляні насипи, укоси при прокладанні дороги у виїмці при різниці оцінок 3..5 м	60
земляні насипи, укоси при прокладанні дороги у виїмці при різниці оцінок більш 5 м	70

#### 4.3 Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом

До складу відпрацьованих газів двигунів автомобільного транспорту входить ряд компонентів, з яких більшу частину займають токсичні гази: Окід вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту, соединения свинцю у вигляді аерозолів.

Оцінку рівня забруднення повітряного середовища зазначеними відпрацьованими газами слід проводити на основі виконаних розрахунків.

При розрахунку викидів відпрацьованих газів слід враховувати різні типи автотранспортних засобів і конкретні дорожні умови. В якості розрахункової приймається інтенсивність руху різних типів автомобілів в змішаному потоці [25].

Потужність емісії в атмосферу окремо кожного газоподібної речовини, що міститься в відпрацьованих казах, визначається за формулою

$$q = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot m \cdot [(\sum_1^i G_{ik} \cdot N_{ik} \cdot K_k) + (\sum_1^i G_{id} \cdot N_{id} \cdot K_d)] \quad (4.4)$$

де  $m$  - коефіцієнт, що враховує дорожні та транспортні умови;

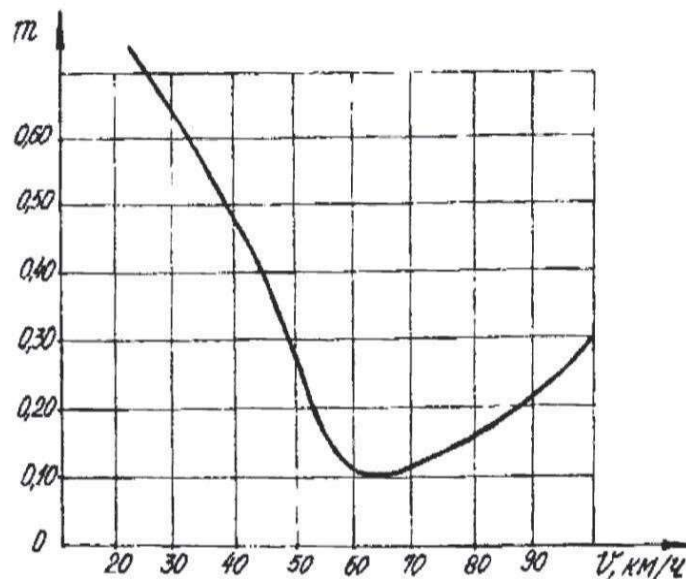
$G_{ik}$  - середній експлуатаційний витрата палива для даного типу карбюраторних автомобілів, л/км;

$G_{id}$  - середній експлуатаційний витрата палива для даного типу дизельних автомобілів, л/км;

$N_{ik}$  - інтенсивність руху кожного виділеного типу карбюраторних автомобілів, авт./год;

$N_{id}$  - інтенсивність руху кожного виділеного типу дизельних автомобілів, авт./год;

$K_k$  и  $K_d$  - коефіцієнти, що враховують вид викидів різними типами ДВЗ.



Малюнок 4.2 – Залежність коефіцієнта  $m$  від середньої швидкості транспортного потоку

Таблиця 4.5 – Середні експлуатаційні норми витрати палива

№ п/п	Тип автомобіля	Витрата палива, л/км
1	Легкові автомобілі карбюраторні	0,11
2	Малі вантажні автомобілі карбюраторні (до 5 тонн)	0,16
3	Вантажні автомобілі карбюраторні (6т та більше)	0,33
4	Автобуси карбюраторні	0,37
5	Вантажні автомобілі дизельні	0,34
6	Автобуси дизельні	0,28

Таблиця 4.6 - Значення коефіцієнтів Кк и Кд

Вид викидів	Карбюраторний ДВС	Дизельний ДВС
окис вуглецю	0,6	0,14
вуглеводні	0,12	0,037
оксида азоту	0,06	0,015

Потужність емісії в повітряне середовище сполук свинцю у вигляді аерозолів, г/м·с, розраховується за формулою

$$q = 2.06 \cdot 10^{-7} \cdot m_p \cdot K_T \cdot K_0 \cdot (\sum_{i=1}^n G_{ik} \cdot P_{ik} \cdot N_{ik}), \quad (4.5)$$

де  $2,06 \cdot 10^{-7}$  – коефіцієнт переходу до прийнятих одиниць виміру;  $m_p$  - коефіцієнт, що враховує дорожні й автотранспортні умови (приймається за графіком 4.1 в залежності від середньої швидкості транспортного потоку);

$K_0 = 0,8$  - коефіцієнт, що враховує осідання свинцю в системі випуску відпрацьованих газів;

$K_T = 0,2$  - коефіцієнт, що враховує частку свинцю, що викидається у вигляді аерозолів в загальному обсязі викидів;

Концентрація забруднень атмосферного повітря окисом вуглецю, вуглеводнями, оксидами азоту, сполуками свинцю уздовж автомобільної дороги визначається за формулою

$$C_j = \frac{2 \cdot q_j}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V_B \cdot \sin \varphi} + F_j, \quad (4.6)$$

де  $j$  – вид забруднення;

$\sigma$  – стандартне відхилення гаусового розсіювання в вертикальному напрямку (визначається по таблиці 4.7), м;

$V_B$  – швидкість вітру, переважаючого в розрахунковий період, м/с;  $\varphi$  - кут, між напрямком віра і трасою дороги;

$F_j$  - фонова концентрація забруднення повітря, мг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 4.7 – Значення стандартного гаусового відхилення при різній погоді в залежності від відстані від проїжджої частини

Погода	Відстань від проїжджої частини, м								
	10	20	40	60	80	100	150	200	250
	Величина $\sigma$								
Сонячна	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Дощова	1	2	4	6	8	10	14	18	22

Таблиця 4.8 - ГДК відпрацьованих газів в повітрі населених пунктів

Вид речовини	Клас небезпеки	Середньодобові ГДК, мг/м <sup>3</sup>
окис вуглецю	IV	3,0
вуглеводні	III	1,5
оксиди азоту	II	0,04
сполуки свинцю	I	0,0003

#### 4.4 Розрахунок

Визначити концентрації забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю, оксидами азоту і вуглеводнями в сонячну і дощову погоду на різних відстанях від кромки автомобільної дороги і вибрати захисні заходи щодо зниження концентрації в зоні житлової забудови.

Таблиця 4.9 – Вихідні дані

Na, 52вт../ ч	Розподіл автомобілів за типами, %						V, км/ч	φ	L,м
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й			
2000	35	5	30	20	5	5	60	45	50

1) Вміст окису вуглецю:

$$q = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot [ (0,11 \cdot 700 \cdot 0,6) + (0,16 \cdot 100 \cdot 0,6) + 0,33 \cdot 600 \cdot 0,6 + 0,37 \cdot 400 \cdot 0,6 + 0,34 \cdot 100 \cdot 0,14 + 0,28 \cdot 100 \cdot 0,14 ] = 0,022 (\text{г/м} \cdot \text{с}).$$

2) Вміст вуглеводнів:

$$q = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot [ (0,11 \cdot 700 \cdot 0,12) + (0,16 \cdot 100 \cdot 0,12) + (0,33 \cdot 600 \cdot 0,12) + (0,37 \cdot 400 \cdot 0,12) + (0,34 \cdot 100 \cdot 0,037) + (0,28 \cdot 100 \cdot 0,037) ] = 0,005 (\text{г/м} \cdot \text{с}).$$

3) Вміст оксидів азоту:

$$q = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot [ (0,11 \cdot 700 \cdot 0,06) + (0,16 \cdot 100 \cdot 0,06) + 0,33 \cdot 600 \cdot 0,06 + 0,37 \cdot 400 \cdot 0,06 + 0,34 \cdot 100 \cdot 0,015 + 0,28 \cdot 100 \cdot 0,015 ] = 0,0022 (\text{г/м} \cdot \text{с}).$$

4) Концентрація окису вуглецю:



$$C = \frac{2 \cdot 0,022}{\sqrt{2\pi \cdot 7 \cdot 3 \cdot 0,7}} = 0,0012,$$

$$C = \frac{2 \cdot 0,022}{\sqrt{2\pi \cdot 5 \cdot 3 \cdot 0,7}} = 0,0017.$$

5) Концентрація вуглеводнів:

$$C = \frac{2 \cdot 0,005}{\sqrt{2\pi \cdot 7 \cdot 3 \cdot 0,7}} = 0,0003,$$

$$C = \frac{2 \cdot 0,005}{\sqrt{2\pi \cdot 5 \cdot 3 \cdot 0,7}} = 0,0004.$$

6) Концентрація оксидів азоту:

$$C = \frac{2 \cdot 0,0044}{\sqrt{2\pi \cdot 7 \cdot 3 \cdot 0,7}} = 0,00012,$$

$$C = \frac{2 \cdot 0,0044}{\sqrt{2\pi \cdot 5 \cdot 3 \cdot 0,7}} = 0,00017.$$

$$\text{ГДК (CO)} = 3,0 \text{ мг/м}^3 > C (\text{CO}) = 0,0012;$$

$$\text{ГДК (CO)} = 3,0 \text{ мг/м}^3 > C (\text{CO}) = 0,0017;$$

$$\text{ГДК (C}_m\text{H}_n) = 1,5 \text{ мг/м}^3 > C (\text{C}_m\text{H}_n) = 0,0003;$$

$$\text{ГДК (C}_m\text{H}_n) = 1,5 \text{ мг/м}^3 > C (\text{C}_m\text{H}_n) = 0,0004;$$

$$\text{ГДК (NO}_x) = 0,04 \text{ мг/м}^3 > C (\text{NO}_x) = 0,00012;$$

$$\text{ГДК (NO}_x) = 0,04 \text{ мг/м}^3 > C (\text{NO}_x) = 0,00017.$$

4.5 Розрахунок інтегрованого показника впливу технологічних процесів будівництва, ремонту та експлуатації автомобільних доріг на природне середовище

1. Для порівняльної оцінки і визначення можливості застосування тієї чи іншої технологічної схеми або матеріалів для виконання підготовчих робіт, спорудження земляного полотна, влаштування дорожнього одягу,

ремонту та утримання автомобільних доріг використовують інтегрований показник (P), що розраховується з урахуванням значущості окремих параметрів стану навколишнього середовища:

$$P = \frac{S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + \dots + S_n\alpha_n + 0.7S_{\text{ест}}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n + 0.7}, \quad [4.7]$$

де  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  - коефіцієнти, що враховують етапність окремих параметрів впливу на навколишнє середовище при виконанні даного технологічного комплексу;

$S_1, S_2, \dots, S_n$  - оцінка ступеня впливу на навколишнє середовище;

$S_{\text{ест}}$  - оцінка естетичного сприйняття ландшафту. При поліпшенні ландшафту  $S_{\text{ест}} = 3$ , збереженні в незмінному вигляді  $S_{\text{ест}} = 2$ , погіршенні  $S_{\text{ест}} = 1$ .

Оцінка технологічних процесів і матеріалів з точки зору впливу на навколишнє середовище, а також призначення заходів щодо зменшення негативного впливу повинні проводитися для кожного технологічного процесу при будівництві, ремонті та утриманні доріг.

2. Параметри впливу дороги на навколишнє середовище при виконанні підготовчих робіт, робіт зі спорудження земляного полотна, влаштування дорожнього одягу, ремонту та утриманню автомобільних доріг, розробці кар'єрів і резервів, видобутку і транспортуванні мінеральних матеріалів і відповідні їм коефіцієнти значущості наведені в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 Значимість параметрів впливу при оцінці безпеки автомобільної дороги

Оцінюваний параметр	Коефіцієнт значущості $\alpha$ , при виконанні робіт					
	Підготовчі роботи	Спорудження земляного полотна	Влаштування дорожнього одягу	Ремонт доріг	Експлуатація дороги	Розробка кар'єрів і резервів, видобуток і транспортування матеріалів
1	2	3	4	5	6	7
Ерозійна стійкість	0,9	0,9	-	0,8	-	1,0
Стан рослинності	1,0	0,9	-	0,8	-	-
Шумовий вплив	0,8	0,7	0,8	0,8	-	0,8
Стан родючого шару ґрунту	-	1,0	-	0,5	-	1,0
Забруднення атмосфери газами АТС	0,3	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8
Забруднення атмосфери пилом	0,5	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9
Забруднення атмосфери виділеннями в'язучих матеріалів і матеріалів на їх основі	-	-	1,0	1,0	-	-

Закінчення таблиці 4.10

Забруднення атмосфери виділеннями плівкоутворюючих матеріалів	-	-	0,7	0,5	-	-
Забруднення природного середовища протижеледними засобами	-	-	-	-	1,0	-
Забруднення природного середовища знепилюючих засобами	-	-	-	-	0,9	-

3. Ступінь відповідності окремих параметрів впливу на навколишнє середовище природоохоронним вимогам при виконанні технологічних процесів будівництва, ремонту та утримання доріг оцінюється по 3-бальною системою. Перелік параметрів, які використовуються для оцінки ступеня відповідності окремих технологічних процесів природоохоронним вимогам, а також умови їх оцінки наведені в табл. 4.11.

Таблиця 4.11 Параметри безпеки дороги і умови їх оцінки

№	Оцінюваний параметр	Вимоги, що пред'являються до параметру для оцінки $S_i$ , в балах		
		1	2	3
1	Ерозійна стійкість неукріпленого укосу: коефіцієнт запасу місцевої стійкості $K = \frac{\rho_s \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi + C}{\rho_s \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha}$ , де $\rho_s$ - масова щільність ґрунту; $h$ - глибина поверхневого шару; $\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт тертя ґрунту; $C$ - зчеплення ґрунту; $\operatorname{tg} \alpha$ - ухил поверхні	$K > 1$	$K = 1$	$K < 1$

Продовження таблиці 4.11

2	Стан рослинності за межами території, яку займає спорудами: пошкодження зеленої маси рослин, %	0-10	11-30	31-50 і більше
3	Стан родючого шару ґрунту: вміст сторонніх домішок, %	0-10	11-30	21-30 і більше
4	Забруднення атмосфери відпрацьованими газами: концентрація в повітрі робочої зони CO, мг/м <sup>3</sup>	Не менше 20	20	Більше 20
	середньодобова концентрація в повітрі населених місць, мг / м <sup>3</sup> :			
	CO	Менше 1	1	Більше 1
	сажа	Менше 0,05	0,05	Більше 0,05
	максимально разова концентрація в повітрі населених місць, мг / м <sup>3</sup> :			
	CO	Менше 3	3	Більше 3
	сажа	Менше 0,15	0,15	Більше 0,15
5	Забруднення атмосфери пилом, концентрація, в повітрі населених місць, мг / м <sup>3</sup> :			
	максимально разова	Менше 0,5	0,5	Більше 0,5
	середньодобова	Менше 0,15	0,15	Більше 0,15
6	Шумовий вплив: рівень звуку, дБА			
	робоча зона	Менше 85	85	Більше 85
	населені місця	Менше 60	60	Більше 60
	сільськогосподарські території, зони відпочинку та туризму	Менше 50	50	Більше 50
	санітарно-курортні зони	Менше 40	40	Більше 40
	території заповідників і заказників	Менше 35	35	Більше 35
7	Забруднення атмосфери виділеннями в'язучих матеріалів і матеріалів на їх основі: ВИД в'язучого	Мінеральні в'язучі: цемент вапно, золи, шлаки	Органічні в'язучі: бітуми, бітумні емульсії	Дьогті, смоли, пеки

Закінчення таблиці 4.11

8	Забруднення атмосфери виділеннями матеріалів для догляду за бетоном: вид матеріалу	Рулонні матеріали, пісок	Бітумні емульсії класу Ебк-1, Ебк-2	Емульсії ПМ 86, ПМ-100А, ПМ-АМ, лак етиноль
9	Забруднення природного середовища протижеледними матеріалами: види концентрація протижеледних засобів	Фрикційні матеріали, хлористий кальцій фосфатовані (ХКФ) і його розчини, хлорістокальцієві і хлорістомагнієві природні розсоли	Розчини хлористого натрію 25% -ний концентрації, хлористого кальцію 32% - ної концентрації	Розчини хлористого натрію концентрації, вище 25%, хлористого кальцію 38% - ної концентрації і вище, інші збагачені розсоли
10	Забруднення природного середовища знепилюючих матеріалами: вид і концентрація знепилюючих засобів	Вода, рідкий бітум, бітумні емульсії, хлористий кальцій фосфатовані і його розчини	Сирі нафти, хлористий кальцій і його розчини, технічні лігносульфонати	Відпрацьовані масла, мазут, хлористий натрій і його розчини, сульфітно луг
11	Забруднення природного середовища продуктами зношення, брудом, сміттям	Харчові відходи, папір	Залізна банка, сигаретний фільтр, жувальна гумка	Фольга, гума, пластик, автомобільні покришки, поліетилен, скло

4. Можливість виконання робіт по тій чи іншій технологічній схемі і призначення заходів по зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище визначаються в залежності від значення інтегрованого показника Р:

- при  $P = 2,51 + 3,00$  експлуатація автомобільних доріг дозволяється;

- якщо  $P = 1,51 + 2,50$  експлуатація автомобільних доріг дозволяється із застосуванням захисних заходів і засобів, за деякими параметрами, які мають оцінку «1»;

- при  $P = 1,00 \div 1,50$  експлуатація автомобільних доріг дозволяється за умови розробки додаткових комплексних заходів, що забезпечують зниження рівнів впливу до допустимих.

При порівняльній оцінці варіантів технологічних схем експлуатація автомобільних доріг і застосовуваних матеріалів слід враховувати тривалість негативного впливу на навколишнє середовище. При виборі технологічних схем ведення робіт і матеріалів слід, як правило, віддавати перевагу надають короточасний вплив на навколишнє середовище.

5. Для зниження ступеня впливу технологічних процесів, які не відповідають природоохоронним вимогам, до допустимих рівнів слід застосовувати як окремі організаційні та технічні заходи, так і їх комбінації, наприклад: захисні огорожі з пило-газоустойчивості деревних і чагарникових порід, шумовідбивних і шумопоглинаючі екрани, ізольовані перехоплюючі системи стічних вод з очисними спорудами, заміна одних матеріалів іншими, менш токсичними, організаційні заходи, що зменшують викид шкідливих речовин і ін [26].

#### 4.6 Розрахунок

При влаштуванні основи дорожнього одягу автомобільної дороги отримані наступні оцінки ступеня відповідності окремих параметрів впливу на навколишнє середовище природоохоронним вимогам (відповідно до наведених вище табл. 4.10 та табл. 4.11):

- забруднення атмосфери відпрацьованими газами CO;
- забруднення продуктами зношення, пилом, брудом, сміттям, нафтопродуктами;
- шумовий вплив на навколишнє середовище.

$$1. P_1 = \frac{1 \cdot 0,7 + 0,7 \cdot 1}{0,7 + 0,7} = 1$$

$P_1 = 1$  – експлуатація автомобільних доріг дозволяється за умови розробки додаткових комплексних засобів, що забезпечуть зниження рівнів впливу до допустимих.

$$2. P_2 = \frac{1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0,7 \cdot 2}{1 + 1 + 0,7} = 1,26$$

$P_2 = 1,26$  - експлуатація автомобільних доріг дозволяється за умови розробки додаткових комплексних засобів, що забезпечуть зниження рівнів впливу до допустимих.

$$3. P_3 = \frac{2 \cdot 0,8 + 0,7 \cdot 2}{0,8 + 0,7} = 2$$

$P_3 = 2$  - експлуатація автомобільних доріг дозволяється із застосуванням захисних заходів і засобів, за деякими параметрами, які мають оцінку «1»;

#### 4.7 Оцінка екологічного ризику

З підвищенням рівня розвитку автомобілів та автомобільних доріг зростає і рівень техногенного впливу на навколишнє середовище. Наслідком цього є забруднення навколишнього середовища, різні види негативного впливу на біоценози і порушення біосферних процесів в цілому. Для зниження несприятливих наслідків впливу експлуатації автомобільних доріг на навколишнє середовище доцільно розробити підходи та методики для оцінки екологічного ризику.

Під екологічним ризиком розуміється ймовірність несприятливих для навколишнього середовища наслідків будь-яких змін природних об'єктів і факторів. Ризик розглядається як ймовірність виникнення надзвичайних подій в певний проміжок часу, виражена кількісними параметрами. Найчастіше розглядається техногенний аспект екологічного ризику - ймовірність



виникнення техногенних аварій, які можуть завдати істотної шкоди навколишньому середовищу або здоров'ю людей. Тому головна складова всіх методик оцінки екологічних ризиків - це отримання кількісних і якісних показників несприятливих наслідків і своєчасне попередження аварій, заподіяння шкоди здоров'ю населення, компонентам навколишнього середовища, нанесення шкоди репутації суб'єкта, який реалізує проект.

Аналіз екологічних ризиків має на меті вироблення управлінських рішень, по-перше, що мінімізують ймовірність прояву факторів екологічної небезпеки, по - друге, що знижують шкоду і збитки в разі їх реалізації.

Оцінка екологічних ризиків проводиться також на стадії комплексної екологічної оцінки території. При цьому в послідовності аналізу екологічних ризиків доцільно виділяти чотири блоки, кожен з яких вирішує конкретні завдання.

Перший з них являє собою етап ідентифікації екологічних ризиків, метою якого є виявлення екологічних ризиків, які потенційно виявляються на оцінюваній території.

Другий - оцінка ризику, кінцева його мета - визначення кількісних показників екологічних ризиків, які потенційно виявляються на оцінюваній території.

Третій - моніторинг екологічних ризиків, мета - вибір методів і обґрунтування режиму моніторингу ідентифікованих еко ризиків і визначення регламентів задоволення інформаційних запитів органів державного і адміністративного управління, населення, засобів масової інформації тощо.

Четвертий - управління екологічним ризиком, метою якого є визначення заходів, що дозволяють знизити рівень ризику до «прийнятної величини» і оцінити ефективність прийнятих управлінських рішень.

Можна виділити три основні методи оцінки ймовірностей прояву екологічних ризиків:

- статистичний, заснований на аналізі накопичених статистичних даних по різних факторів екологічної небезпеки, що реалізувалися на об'єктах

аналогічного виду діяльності або пов'язаних з природними процесами, які проявилися на території даного регіону в минулому;

- аналітичний, який базується на вивченні причинно-наслідкових зв'язків в природно-антропогенної системі конкретної території, що дозволяє оцінити ймовірність прояву фактора екологічної небезпеки як складного явища, утвореного поєднанням послідовності елементарних подій з відомими ймовірностями їх прояви;

- експертний, який передбачає оцінку вірогідності прояву факторів екологічної небезпеки шляхом обробки результатів опитувань експертів [27].

Методи оцінки екологічних ризиків ґрунтуються на загальних методах оцінки ризиків. Найбільшого поширення набули методи статистичного напряму: оцінюється відсоток території, яка підлягає впливу екологічної небезпеки, частота або ймовірність, середній збиток за рік для кожного джерела екологічної небезпеки. Кількість статистичних характеристик за ризиками може бути досить великим. З них найбільш часто використовуються:

- частота появи екологічної небезпеки на певній території, 1 / рік;
- відсоток території, яка підлягає впливу таких джерел;
- середня кількість летальних випадків або травм, захворювань людей від екологічних небезпек за рік;
- середній матеріальний збиток від конкретної екологічної небезпеки за рік для певної території, наприклад в млн. дол. / рік;
- середній матеріальний збиток за один інцидент на певній території.

Отримання оцінок таких характеристик є досить трудомістким і витратним процесом. Використання статистичного підходу передбачає отримання достатньої кількості даних про ущерб від екологічних небезпек першого роду за певний період часу для певних територій. Надалі ці дані піддаються статистичній обробці усереднення по простору і за часом. Використання таких даних для прогнозу майбутніх значень екологічних ризиків ґрунтується на інерційному принципі.

Очевидно, що з ростом дорожньої інфраструктури та щільності населення на розглянутих територіях, середні характеристики збитків для даної території будуть змінюватися в часі в бік збільшення.

Існує і протилежний процес зниження екологічних ризиків на розглянутій території з часом. Він пов'язаний з впровадженням нових методів і засобів технічного захисту, зі зменшенням ризиків за рахунок вдосконалення законодавства і систематичного виконання організаційних заходів. В цьому випадку статистичні характеристики збитків будуть знижуватися в часі. Впровадження захисних заходів пов'язано з певними витратами, і їх вартість повинна бути менше, ніж зниження ризику. У деяких випадках застосування захисних заходів може обійтися значно дорожче, ніж позитивний ефект від зниження цих ризиків.

Завдання управління екологічними ризиками є, напевно, найскладнішим завданням в теорії ризиків. Це обумовлено складним механізмом формування екологічних ризиків.

Населення, для якого екологічні ризики можуть бути досить високими, мають різний спосіб управління цими ризиками. У країнах з розвиненим громадянським суспільством, де уряд змушений рахуватися з громадською думкою, величезну роль грають цілеспрямовані кампанії і акції. Сила цих керуючих впливів може досягати і міжнародної арени. В умовах авторитарних або корумпованих урядів палітра законних дій населення, котрі намагаються відстояти свої права, набагато вже, якщо не відсутня взагалі. Для населення основним методом управління екологічними ризиками є зменшення негативних наслідків будь-якої діяльності за рахунок вибору місця проживання, впливу на комерційний сектор і сектор влади шляхом акцій, в тому числі і за допомогою некомерційних екологічних організацій [28].

#### 4.8 Висновок до розділу

Зроблений розрахунок шкоди, що завдається в результаті негативного впливу на навколишнє середовище, а саме оцінений рівень забруднення ґрунту та атмосферного повітря.

Отримали такі дані:  $P_c = 222,9$  мг/кг □ ГДК = 32 мг/кг.

$$\text{ГДК (CO)} = 3,0 \text{ мг/м}^3 > C (\text{CO}) = 0,0012;$$

$$\text{ГДК (CO)} = 3,0 \text{ мг/м}^3 > C (\text{CO}) = 0,0017;$$

$$\text{ГДК (C}_m\text{H}_n) = 1,5 \text{ мг/м}^3 > C (\text{C}_m\text{H}_n) = 0,0003;$$

$$\text{ГДК (C}_m\text{H}_n) = 1,5 \text{ мг/м}^3 > C (\text{C}_m\text{H}_n) = 0,0004;$$

$$\text{ГДК (NO}_x) = 0,04 \text{ мг/м}^3 > C (\text{NO}_x) = 0,00012;$$

$$\text{ГДК (NO}_x) = 0,04 \text{ мг/м}^3 > C (\text{NO}_x) = 0,00017.$$

## 5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

### 5.1 Заходи щодо захисту від шумових впливів

Наступний ряд заходів спрямований на зниження негативного екологічного впливу автотранспорту: це ліквідація дорожніх пробок, використання громадського транспорту, поліпшення екологічних показників автотранспорту.

Оскільки трасу дороги неможливо винести за межі населеного пункту через прив'язку до комплексу захисних споруджень від повеней і її будівництво тягне за собою знесення будівель, а також відчуження цінних територій, в проекті прийняті всі припустимі технічні рішення, які мінімізують розміри об'єкта, серед яких слід виділити наступні:

- пристрій шумозахисні екрани вздовж автодороги справа (по ходу руху) і зліва висотою 3м; екран дозволяє знизити рівні еквівалентного шуму на 12 дБА і зменшити концентрації забруднюючих речовин в повітрі на 25- 30%; ефективність екрана підтверджена експериментально;



Рис. 5.1 Шумозахисні екрани

- пристрій підвищеної шумозахисту за рахунок потрійного скління в будинках, що піддаються впливу транспортного шуму в межах 60 дБА.
- посадку зелених насаджень загальною площею 3 га для зниження рівнів шуму та концентрацій забруднюючих речовин в повітрі, а також для компенсації збитку, що завдається рубкою дерев в смузі відводу;
- проведення рекультивації кинутих ділянок доріг, тимчасових будівельно-технологічних проїздів і територій, займаних на період будівництва;
- забезпечення протиерозійної стійкості укосів за рахунок посіву трав і використання геосинтетичних матеріалів на крутих схилах.

Ліквідація дорожніх пробок. Дорожні пробки - знайоме явище для всіх великих міст світу. Вони виникають тому, що попит на використання доріг перевищує реальні можливості дорожньої мережі [29].

Всі автомобільні дороги (а також метро, трамвай, залізні дороги) мають обмежені можливості по пропускній здатності в умовах «вільного потоку», тобто, коли рух одного транспортного засобу не впливає на швидкість, з якою рухаються інші користувачі доріг. Як тільки цей показник перевищено, поява додаткових транспортних засобів на дорозі уповільнює загальну швидкість руху. Критична місткість дороги і вплив додаткових транспортних засобів на швидкість руху залежать від фізичних і технічних характеристик магістралей.

Слід підкреслити, що дорожні пробки можуть виникати і в тих випадках, коли в них застряє не весь транспорт. Тотальна блокування руху - екстремальний випадок дорожньої пробки.

У великих містах для поліпшення руху автотранспорту будуються об'їзні дороги для міжміського транспорту, підземні та надземні транспортні магістралі, на яких транспорт рухається з оптимальною швидкістю, без зупинок, що також сприяє скороченню витрат на бензин і зниження обсягу викидів.

Використання громадського транспорту. Громадський транспорт використовує значно менше дорожнього простору на одного перевезеного пасажера, ніж особистий транспорт. Тому при поїздках громадським транспортом замість особистого, загальний транспортний потік зменшується, а ступінь перевантаженості доріг скорочується.

Такий результат можливий, якщо показник завантаження громадського транспорту перевищує 8-12 пасажирів. Це дозволяє перерозподілити дорожнє простір для інших потреб, поліпшивши, таким чином, якість міського ландшафту, збільшивши площі зелених і пішохідних зон і т.д.

Автобус, в розрахунку на один пасажирокілометр, викидає в 3 рази менше вуглекислого газу, ніж легковий автомобіль; метрополітен - в 20 разів менше, ніж легковий автомобіль. Автобус, в розрахунку на один пасажирокілометрів, викидає в 25 разів менше окису вуглецю, ніж автомобіль з бензиновим двигуном, і в 4 рази менше частинок, ніж автомобіль з дизельним двигуном .

Слід зазначити, що чим вище ступінь заповнення транспортного засобу, тим краще його економічні і екологічні показники.

Використання громадського транспорту замість інших видів транспорту призводить також до зниження числа ДТП. Причин цього кілька:

- використання, особливо на рейковому транспорті, спеціальних систем сигналізації, інформації, блокування;
- більш високі вимоги до водіїв засобів громадського транспорту (відбір, навчання, дисципліна, управління і контроль, медичне обстеження);
- більш високі стандарти техобслуговування;
- використання проектних рішень, спрямованих на мінімізацію нещасних випадків і пошкоджень.

Поліпшення екологічних показників автотранспорту.

У світовій практиці ведуться інтенсивні роботи по поліпшенню екологічних характеристик як громадського, так і особистого транспорту.

При гальмуванні транспортного засобу, обладнаного двигуном внутрішнього згорання, відбувається втрата енергії. Кінетична енергія машини витрачається на розігрів і знос гальмівних колодок, на стирання шин і асфальту. Щоб розігнати машину або автобус, потрібно затратити нову порцію палива [30].

Електродвигуни метро, поїздів, тролейбусів при гальмуванні працюють як генератори, частково повертаючи енергію в загальну мережу.

Ряд фірм випускає автомобілі та автобуси з гібридним приводом від дизеля і від електромотора. Останній живиться від акумуляторних батарей, в які і відводиться енергія при гальмуванні. В автобусах, оснащених цими приводами, витрата палива знижується на 15%.

Втім, головний вигаш не економічний, а екологічний - зниження шкідливих викидів і шуму.

Більшість таких автобусів працюють в курортних зонах, де вимоги до чистоти і тиші особливо високі.

## 5.2 Зелені захисні насадження

Захисні насадження є смуги, що складаються з декількох рядів рослин. Крім безпосередніх захисних функцій, а саме: захисту ґрунту і мікроклімату, маскування і перепони (огорожі), насадження сприяють розчленуванню і зміцненню структури ландшафту, його біологічному збагаченню. Вони не тільки забезпечують природне існування живих організмів різних видів (мікроорганізми, комахи, дрібні ссавці, птахи та ін.), Але і сприяють біологічній регенерації прилеглих земельних площ.





Рис. 5.2 Зелені захисні насадження

При закладці захисних насаджень зазвичай чергують рослини різної висоти. При цьому доцільно групувати рослини одного виду в кілька рядів. Групова структура насаджень спочатку орієнтована на його остаточне стан і покращує зорове сприйняття посадок. У вузьких смугах в одну групу об'єднують 3 -5 примірників рослин одного виду, а в більш широких смугах - 5 - 15 примірників.

Швидкозростаючі (авангардні) породи висаджують по одному дереву в інтервали між основною породою. При видаленні цих рослин через кілька років (або десятиліть) не повинно залишатися пустот. Перевагу віддають дерев і чагарників з густою кроною і великими листками, а також вічнозеленим породам. Як авангардної породи найкраще вибрати тополя, що відрізняється густою високою кроною і швидким зростанням. Використання хвойних порід дерев в захисних смугах досить важко в зимовий час. Використання ялиць з метою маскуванню повністю виключається, оскільки нижня частина стовбура швидко оголюється, до того ж ялиця погано чинить опір вітровому навантаженню. Сосна добре пристосовується до листяним породам, хоча її стовбур теж з часом оголюється.

Шумозахисні вали дозволяють значно знизити рівень шуму на невеликій відстані від джерела; для цього схил валу, звернений до джерела шуму, повинен бути якомога більш крутим. Крутизна схилів понад 1: 1,5 незручна з точки зору їх озеленення, а крутизна 1: 1,25 веде до ерозії насипу [31].

Посадка зелених насаджень на шумозахисному валу краща з багатьох причин, в тому числі і тому, що поряд з посиленням захисної дії дерева і чагарники дозволяють маскувати джерело звуку, що робить сприятливий психоемоційний ефект.

Ліси й переліски - найбільш стійка форма, зелених насаджень. В ході робіт із землеустрою часто залишаються земельні угіддя незручною форми, які можна використовувати під лісопосадки. Незважаючи на випадковий характер цих ділянок, їх внесок в екологію ландшафту є істотним як з біологічної, так і з естетичної сторони.

Структура лісового масиву включає окаймляючу зону, покриту дикорослими або висівають трав'янистими рослинами, захисну галявину з низкорослим чагарником, центральну, або лісову зону з високими деревами.

Великі лісові масиви мають в своїй структурі відкриті ділянки - галявини, облямовані опушкою з аналогічним будовою, і просіки. Переліски між полями служать місцем відпочинку і годівлі дрібних диких тварин і птахів, захищаючи їх від негоди і хижаків. Тому переліски не слід видаляти один від одного на відстань понад 500 м. По краях зеленого масиву формують смугу густих чагарників шириною близько 5 м, а окремі переліски з'єднують між собою живими огорожами, межами, смугами захисних насаджень [32].

Внутрішня зона зеленого масиву (площею 500- 1500 м<sup>2</sup>, з огляду на особливості розведення тварин) може формуватися з різних за видовим складом лісопосадок з полянами.

Таблиця 5.1 Рівень зниження забруднення повітряного басейну в залежності від характеру зелених насаджень

Структура захисної смуги	Ширина захисної смуги	Відсоток зниження рівня забруднень	
		загальний	в тому числі за рахунок насаджень
однорядная смуга дерев	5	5-10	4-7

Закінчення таблиці 5.1

однорядна смуга чагарників	5	7-10	5-7
дворядна посадка дерев висотою 10-12 м з чагарником	10	10-30	8-20
дворядна посадка дерев висотою 10-18 м	10	10-30	20-25
чотирирядна посадка дерев висотою 12-15 м з чагарником	25	35-45	25-30
багаторядна смуга деревночагарникових насаджень при висоті 15-30 м при повноті (м)			
0,5-0,6	30	40-45	30-40
0,7-0,8	30	55-60	45-50
0,8-1,0	30	70-75	60-70

Озеленення приміагістральної і вільних територій міст відіграє величезну роль в зниженні шкідливого впливу автотранспорту на жителів міст, не кажучи вже про оздоровлення середовища проживання .

Деревно-чагарникові насадження, поглинаючи з повітря шкідливі гази і нейтралізуючи їх в тканинах, сприяють збереженню газового балансу в атмосфері, біологічному очищенню повітря. На використанні газозахисних властивостей зелених насаджень заснований принцип пристрою санітарнозахисних зон. Ці властивості зелених насаджень враховуються і при захисті повітряного басейну міста від викидів транспорту.

### 5.3 Заходи з охорони ґрунтів

Найнадійнішим і ефективним засобом захисту ґрунту, рослинності і тваринного світу від забруднень і шуму, вироблених об'єктами автомобільного транспорту, є захисні лісонасадження.

Уздовж дороги і в санітарно-захисних зонах інших об'єктів дослідження садять дерева і чагарник для захисту від снігових і піщаних заметів, селів, лавин, обвалів, зсувів. Зелені насадження розташовують не ближче 15 метрів від полотна проїжджої частини. Вони захищають прилеглі населені пункти і середовище проживання тварин від шуму і теплових випромінювань, поглинають основну частку шкідливих речовин від викидів двигунів внутрішнього згоряння [33].

При будівництві автомобільної дороги доводиться знімати родючий шар ґрунту, який потім складають в бурти для подальшого використання. Норми зняття родючого шару залежать від його складу і властивостей, типу ґрунтів, масової частки гумусу в нижній межі і становлять 0,3-1,2 м.

Для захисту флори і фауни від негативного впливу при будівництві та експлуатації доріг вивчають місця мешкання тварин, враховують їх чисельність і всі випадки загибелі, проводять спеціальні заходи для захисту тварин і цінних видів флори (застосовують нові лесосберегаючі технології), створюють нові заповідники та охоронювані державою природні комплекси.

#### 5.4 Висновок до розділу

Запропоновані рекомендації щодо зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, а саме:

- а) пристрій шумозахисні екрани вздовж автодороги справа і зліва висотою 3м (екран дозволяє знизити рівні еквівалентного шуму на 12 дБА і зменшити концентрації забруднюючих речовин в повітрі на 25- 30%), пристрій підвищеної шумозахисту за рахунок потрійного скління в будинках, що піддаються впливу транспортного шуму в межах 60 дБА;
- б) посадку зелених насаджень загальною площею 3 га для зниження рівнів шуму та концентрацій забруднюючих речовин в повітрі;

в) проведення рекультивації кинутих ділянок доріг, тимчасових будівельно-технологічних проїздів і територій, займаних на період будівництва;

г) забезпечення протиерозійної стійкості укосів за рахунок посіву трав і використання геосинтетичних матеріалів на крутих схилах.

## 6 ЕКОНОМІЧНИЙ ЗБИТОК ВІД ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НАФТОПРОДУКТАМИ

Економічний збиток від забруднення навколишнього природного середовища нафтопродуктами формується з таких складових:

$$Z_{\text{нп}} = Z_{\text{пв}} + Z_{\text{гр}}, \quad (6.1)$$

де  $Z_{\text{нп}}$  – збиток, обумовлений захворюванням населення в результаті забруднення нафтопродуктами питної води;

$Z_{\text{гр}}$  – збиток від забруднення нафтопродуктами ґрунтів.

До складу збитків від погіршення здоров'я, викликаного забрудненням навколишнього середовища, включаються додаткові витрати за такими напрямками:

- лікування (оплата медичного обслуговування, витрати на ліки, по догляду за хворим та харчування);
- відновлення здоров'я (вартість санаторно-курортного лікування, покращання харчування, інші витрати);
- відшкодування втрат від загальної та професійної непрацездатності;
- витрати у зв'язку з вимушеною зміною місця проживання з екологічних причин;
- збиток, понесений потерпілим у зв'язку з втраченими реальними можливостями заняття професійною або іншою діяльністю, передчасним виходом на пенсію, психологічною і завданою моральною шкодою.

Розрахунок збитків від погіршення здоров'я населення внаслідок споживання забрудненої нафтопродуктами питної води пропонуємо проводити за формулою:

$$Z_{\text{ПВ}} = \sum_1 B_{\text{хв}} \cdot Z_{\text{б}} \cdot K_{\text{НП1}} \cdot N_i \cdot K_{\text{інф } i}, \quad (6.2)$$

Де  $Z_{\text{не}}$  – сумарний економічний збиток від погіршення здоров'я населення внаслідок споживання забрудненої питної води, грн.;

$B_{\text{хв}}$  - середні витрати на один випадок захворювання, грн/випадок;

$Z_{\text{б}}$  – базовий рівень загальної захворюваності населення регіону, випадків/тис. чол.;

$K_{\text{НП}}$  – коефіцієнт приросту захворюваності населення внаслідок споживання забрудненої нафтопродуктами питної води;

$N_i$  – кількість населення в сфері впливу  $i$ -ї категорії водопостачання, тис. чол.;

$K_{\text{інф}}$  - коефіцієнт, що враховує інформованість населення про забруднення нафтопродуктами питної води з джерела  $i$ -ї категорії водопостачання;  $i$  -  $1 \div 3$  – категорія водопостачання: 1 – з глибинних підземних горизонтів; 2 – з поверхневих водних джерел; 3 – з ґрунтового стоку та наближених до поверхні недостатньо захищених від забруднення водних горизонтів, що характерно для сільської місцевості.

Ґрунти вважаються забрудненими нафтопродуктами, якщо концентрація нафтопродуктів досягає рівня, при якому:

- починається пригнічення або деградація рослинного покриву;
- падає продуктивність сільськогосподарських земель;
- порушується екологічна рівновага у ґрунтовому біоценозі;
- відбувається вимивання нафтопродуктів з ґрунтів у підземні або поверхневі води.

Безпечним рівнем забруднення ґрунтів нафтопродуктами рекомендується вважати рівень, при якому не настає жодного з негативних наслідків, перелічених вище [34].

З метою запобігання понаднормативного рівня забруднення необхідно у місцях видобутку нафти періодично здійснювати моніторинг рівня забруднення ґрунтів та підземних вод нафтопродуктами. В разі виникнення аварійного забруднення все ж сталася, то при відборі проб встановлюють:

- глибину проникнення нафтопродуктів у ґрунти, напрям і швидкість внутрішньогрунтового потоку;
- можливість і масштаби проникнення нафтопродуктів з ґрунтів у водоносні горизонти;
- ареал розповсюдження нафтопродуктів у межах водоносного горизонту;
- джерело забруднення ґрунтів і вод.

Збиток від забруднення нафтопродуктами родючих ґрунтів визначається за формулою:

$$Z_{\text{гр}} = G_{\text{оз}} \cdot P_{\text{д}} \cdot K_{\text{з}} \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{вг}}, \quad (6.3)$$

де  $G_{\text{оз}}$  – нормативна грошова оцінка забрудненої земельної ділянки, грн/м<sup>2</sup>;

$P_{\text{д}}$  – площа земельних ділянок, які зазнали забруднення м<sup>2</sup>;

$K_{\text{з}}$  – коефіцієнт забруднення земельної ділянки, якщо вміст забруднюючої речовини встановлювався за результатами інструментально-лабораторного контролю, визначається за формулою:

$$K_{\text{з}} = \frac{C_{\text{зв}} \cdot \Gamma_{\text{п}}}{T_{\text{зс}} \cdot \Gamma_{\text{п}} \cdot K_{\text{розр}}}, \quad (6.4)$$

де  $C_{\text{зв}}$  – концентрація (масова частка) забруднюючої речовини за результатами інструментально-лабораторного контролю, мг/кг;



$\Gamma_n$  – глибина земельного шару, на яку зафіксовано просочування забруднюючої речовини, м;

$T_{zc}$  – товща земельного шару (глибина), яка є розмірною одиницею для розрахунку витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування і дорівнює 0,2 м;

$I_n$  – індекс поправки до витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування забруднюючої речовини;

$K_{розр}$  – розрахунковий коефіцієнт, що дорівнює 1000000 мг/кг;

$K_n$  – коефіцієнт небезпечності забруднюючої речовини – 4;

$K_{вз}$  – коефіцієнт еколого-господарського значення земель – 1.

### 6.1 Розрахунок

$$1) Z_{П} = Z_{ПВ} + Z_{Г} = 468000 + 1800 = 469000;$$

$$2) Z_{ПВ} = \sum_1 V_{хв.Зб. П1} \cdot N_i \cdot i_n \cdot i = \sum 300 \cdot 260 \cdot 0,2 \cdot 1000 \cdot 0,03 = 468000_{грн};$$

$$3) Z_{Г} = \Gamma_{оз. Пд. з. н. вГ} = 3000 \cdot 250 \cdot 0,006 \cdot 4 = 1800;$$

$$4) K_z = \frac{C_{зв} \cdot \Gamma_{п}}{T_{zc} \cdot I_{п} \cdot K_{розр}} = \frac{222,9 \cdot 0,5}{0,2 \cdot 1000000} = 0,0006.$$

### 6.2 Висновок до розділу

Розрахований економічний збиток від забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами. Забруднення нафтою у сьогоднішніх умовах відноситься до найактуальніших еколого-економічних проблем. Негативний

вплив нафтопродуктів на ґрунти, рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхові та підземні води, екосистеми в цілому та здоров'я населення відзначаються на всіх стадіях освоєння нафтових родовищ: від буріння та промислової переробки до ліквідації обладнання та доставки споживачу.

Забруднений ґрунт врешті може стати джерелом постійного надходження нафтових вуглеводнів до організму людини багатьма трофічними ланцюгами, що збільшує ризик виникнення та росту захворюваності населення, пов'язаний з негативним впливом навколишнього середовища.

## ВИСНОВКИ

1. За результатами аналізу основними змінами у навколишньому природному і соціальному середовищі під впливом автомобільної дороги є:

- виснаження невідновних природних ресурсів, зміна рельєфу місцевості;
- гідрологічні, кліматичні зміни;

- створення несприятливих умов для проживання населення, тварин, птахів на придорожніх територіях через перевищення нормативно встановлених рівнів шуму та вібрації;

- зниження родючості і сільськогосподарських земель, біопродуктивності ландшафтів і водойм, в результаті забруднення токсичними речовинами;

- порушення традиційних сезонних шляхів міграції тварин, а також зміни перетину водотоку, порушення гідрологічного режиму .

2. Проаналізовано об'єкт дослідження та запропонований вибір оптимального варіанту траси. Автотраса повинна проходити так, щоб завдавати мінімальної шкоди навколишньому середовищу. Характерною обставиною є те, що одночасно з посиленням впливу сучасного транспорту на природне середовище, змінені в результаті цього природні фактори доволі помітно і все більшою мірою прямо або побічно впливають, «заважають» функціонуванню і самого транспорту.

Вивчена екологічна безпека автомобільної дороги та зроблений попередній аналіз безпеки автомобільної дороги. Проаналізував таблицю 3.5, можна зробити висновок, що частішою небезпекою для навколишнього середовища стає хімічне забруднення відпрацьованими газами, забруднення продуктами зношення, брудом, сміттям, нафтопродуктами та шумовий вплив, тому ми зробили попередні рекомендації щодо зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

3. Зроблений розрахунок шкоди, що завдається в результаті негативного впливу на навколишнє середовище, а саме оцінений рівень забруднення ґрунту та атмосферного повітря.

Отримали такі дані:  $P_c = 222,9$  мг/кг  $\square$  ГДК = 32 мг/кг.

ГДК (CO) = 3,0 мг/м<sup>3</sup> > C (CO) = 0,0012;

ГДК (CO) = 3,0 мг/м<sup>3</sup> > C (CO) = 0,0017;

ГДК (C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>) = 1,5 мг/м<sup>3</sup> > C (C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>) = 0,0003;

ГДК (C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>) = 1,5 мг/м<sup>3</sup> > C (C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>) = 0,0004;

ГДК (NO<sub>x</sub>) = 0,04 мг/м<sup>3</sup> > C (NO<sub>x</sub>) = 0,00012;

ГДК (NO<sub>x</sub>) = 0,04 мг/м<sup>3</sup> > C (NO<sub>x</sub>) = 0,00017.

4. Запропоновані рекомендації щодо зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, а саме:

а) пристрій шумозахисні екрани вздовж автодороги справа і зліва висотою 3м (екран дозволяє знизити рівні еквівалентного шуму на 12 дБА і зменшити концентрації забруднюючих речовин в повітрі на 25- 30%), пристрій підвищеної шумозахисту за рахунок потрійного скління в будинках, що піддаються впливу транспортного шуму в межах 60 дБА;

б) посадку зелених насаджень загальною площею 3 га для зниження рівнів шуму та концентрацій забруднюючих речовин в повітрі;

в) проведення рекультивації кинутих ділянок доріг, тимчасових будівельно-технологічних проїздів і територій, займаних на період будівництва;

г) забезпечення протиерозійної стійкості укосів за рахунок посіву трав і використання геосинтетичних матеріалів на крутих схилах.

5. Розрахований економічний збиток від забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами. Забруднення нафтою у сьогоdnішніх умовах відноситься до найактуальніших еколого-економічних проблем. Негативний вплив нафтопродуктів на ґрунти, рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхові та підземні води, екосистеми в цілому та здоров'я населення відзначаються на всіх стадіях освоєння нафтових родовищ:

від буріння та промислової переробки до ліквідації обладнання та доставки споживачу.

Забруднений ґрунт врешті може стати джерелом постійного надходження нафтових вуглеводнів до організму людини багатьма трофічними ланцюгами, що збільшує ризик виникнення та росту захворюваності населення, пов'язаний з негативним впливом навколишнього середовища.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Інформаційний бюлетень ВООЗ № 313. Март 2014 г.
2. Романченко І.С., Сбитнев А.І. Створення системи керування станом навколишнього середовища у Збройних Силах України//Наука і оборона. – 2003, «1. – с. 38-43.
3. Гутаревич Ю.Ф., Матейчик В.П., Копач А.О. Шляхи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів//Вісник східноукраїнського НУ ім. Володимира Даля. – Луганськ, 2004 №7(77), ч.1 – с. 11-15.
4. Глушко О.В., Клюев Н.В. Труд и здоровье водителя автомобиля. – М.: Транспорт, 1991. – 223с.
5. Экологическая безопасность автомобильной дороги: понятие и количественная оценка//Отраслевой дорожный методический документ. – Москва, 2002 № ОС – 1181 – р. – 80 с.
6. Ротенберг Р.В. Основы надежности системы водитель-дорога-автомобиль-среда / Р.В. Родтенберг. – М.: Машиностроение, 1986. – 212 с
7. Аксёнов И.Я. Транспорт и охрана окружающей среды/ И.Я. Аксёнов, В.И. Аксёнов. – М.: Транспорт, 1986. – 245 с.
8. Голубев И.Р. Окружающая среда и транспорт/ И.Р. Голубев, Ю.В. Новиков. – М.: Транспорт, 1987. – 223 с.
9. Екологічна безпека автомобільної дороги / VI Всеукраїнська заочна науково – практична конференція « Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України». – 2020. – 129 с.
10. Веб сайт [Електронний ресурс ] – режим доступу: <http://ecology.zt.gov.ua/StanDov1.html>
11. Экологическая безопасность транспортных потоков (под ред. А.Б.Дьякова) – М. Транспорт. 1989. – 127 с.
12. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології – К.: Либідь, 1995, - с.130-145.

- 13.ГОСТ 17.5.1.01-83 - Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения;
- 14.Основи екології: Підручник / Г.О.Білявський, Р.С.Фурдуй, І.Ю.Костіков. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2005. – 408 с.
- 15.Евгеньев И.Е., Каримов Б.Р. Автомобильные дороги и окружающая среда. – М., 1997г.
- 16.Сільськогосподарські меліорації / За ред. С.М. Гончарова, Г.С. Потоцького. – К., 1991.
- 17.Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. ГОСТ 20444-85. –М.: Изд-во стандартов. – 21 с.
- 18.Руководство по снижению воздействий на окружающую среду автомобильных дорог, объектов дорожного хозяйства и дорожной инфраструктуры". от 22.11.2001 N ОС-482-р.;
- 19.Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів : навч. посіб. / В.С.Степура, А.О.Белятинський, Н.В.Кужель. – К. : НАУ, 2013. – 204 с.
- 20.Сіденко В.М., Батраков О.Т. «Технологія будівництва автомобільних доріг» ч.ІІ - К: Вища школа, 1970 р.
- 21.Экологическая безопасность автомобильной дороги: понятие и количественная оценка от 31 декабря 2002 г. N ОС-1181-р);
- 22.Экологическая безопасность транспортных потоков (под ред. А.Б.Дьякова) – М. Транспорт. 1989. – 127 с.
- 23.Руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства 2001. № ос-482-р.
- 24.Підлісна М.С. Облікування та нормування викидів забруднюючих речовин в атмосферу// Наук.-техн.зб. – Львів:ЛВІ. – 2004, вип.3. – С. 72-76.
- 25.Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД – 86). – Л. Гидрометеиздат. – 1987.

26. Требования экологической безопасности при проектировании транспортно-дорожных комплексов. Ч. I. Экологическая безопасность дороги : учеб. пособие / В. Я. Бершадский. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2013. – 142с.
27. Оценка экологического риска для промышленных территорий. С.А. Челелов, В.Е. Савенок/ Веснік ВДУ. – 2015. – № 4(88)
28. Управление энвиронментальными и экологическими рисками. Л.Н. Карлин, В.М. Абрамов - СПб.: РГГМУ, 2006 - 332 с
- 29.Руководство по снижению воздействий на окружающую среду автомобильных дорог, объектов дорожного хозяйства и дорожной инфраструктуры". от 22.11.2001 N ОС-482-р.;
- 30.Отчет по теме «Расчет прогнозируемых уровней шума, эффективности шумозащитных мероприятий и измерение концентраций диоксида азота в зоне строительства транспортной развязки». СПб.: НТЦ «Экология».
- 31.Руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства 2001. № ос-482-р.
- 32.Евгеньев И. Е., Савин В. В. Защита природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. – М.: Транспорт,1989г.
- 33.Сільськогосподарські меліорації / За ред. С.М. Гончарова, Г.С.
- 34.Потоцького. – К., 1991.
- 35.Маценко О. М. Оцінка економічного збитку, обумовленого порушенням екосистемної функції води, та шляхи його зниження / О. М. Маценко, П. В. Тархов, В. І. Тарановський // Механізм регулювання економіки. – 2010. – № 4. – С. 41–46.