

## ЛЯЦИОННОЙ СЕТИ

Статья посвящена уменьшению потерь давления в местных сопротивлениях - коленах вентиляционной системы. Для уменьшения интенсивности вихреобразования, упорядоченного распределения поля скоростей предложена конструкция регулирующего устройства с обтекаемыми исполнительными элементами, что располагается по движению среды перед коленом. С целью поиска оптимума выполнено планирование эксперимента и проведены поисковые натурные эксперименты. Составлена матрица планирования эксперимента для функции отклика  $\Delta p_K$  - потери давления в колене и получено уравнение регрессии в кодированных и действительных значениях. Для удобства оценки потери давления в зависимости от факторов влияния  $\Delta p_K = f(x_1, x_2)$  построена поверхность отклика.

**Ключевые слова:** регулирующее устройство, местные потери давления, колено вентиляционной сети, планирование эксперимента, экспериментальная установка, уравнение регрессии, поверхность отклика, энергосбережение.

## Stepankovskyy R., Ratushnyak G. STUDY OF CONTROL DEVICES WITH A STREAMLINED ACTUATING ELEMENT FOR A PRESSURE LOSS IN THE BEND OF THE VENTILATION SYSTEM

The article is devoted to the reduction of the pressure loss in the local resistance - the tribes of the ventilation system. The complexity of the process and greater complexity of modern manufacturers are forced ventilation systems produce sharp bend to the inner edges, which increases the local pressure drop and thus the energy consumption. The investigation of the velocity and pressure fields in the bend and after the show that the most intense vortex shedding occurs for a sharp edge and across from her at the outer part of the bend. To reduce the intensity of the vortex formation, orderly distribution of the velocity field proposed the construction of a control device with a streamlined actuators, which is located on the motion of the medium in front of the bend. In order to search for the optimum design of experiments performed and conducted the search field experiments. Matrix is composed of experimental design for the response function  $\Delta p_K$  - pressure loss in the bend and the regression equation obtained in coded and real values. An estimation of the pressure drop as a function of factors influence  $\Delta p_K = f(x_1, x_2)$  constructed the response surface.

**Keywords:** control device, the local pressure loss, the bend of the ventilation network, design of experiments, the experimental setup, the regression equation, the response surface, energy saving.

Дата надходження в редакцію: 15.10.14 р.

Рецензент: д.т.н., професор Філатов Л.Г.

УДК 625.748

## АНАЛІЗ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ СЕРВІСУ ВЗДОВЖ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ

І. В. Ткаченко

Робота присвячена дослідженню розміщення об'єктів сервісу вздовж автомобільних доріг України та зарубіжних країн. Шляхом вимірювання параметрів розміщення об'єктів сервісу (відстані між об'єктами вздовж дороги та від крайки проїзної частини) з використанням супутникових знімків поверхні Землі та наступного аналізу результатів, виявлено численні невідповідності розміщення до нормативних вимог України та відмінності у розміщенні відносно зарубіжних країн.

**Ключові слова:** благоустрій автомобільних доріг, об'єкти сервісу, автозаправна станція, пункт відпочинку водіїв.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Розміщення об'єктів сервісу вздовж автомобільних доріг України є нерівномірним та погіршує ситуацію з безпекою руху поблизу даних об'єктів. Наприклад зустрічається розташування АЗС вздовж осі автодороги через кожні 200 м, а бувають ділянки, на яких вздовж 20 км немає жодної АЗС. Схожа ситуація і з іншими об'єктами сервісу: майданчиками для відпочинку, СТО, стоянками, пунктами харчування, пунктами торгівлі, будинками для відпочинку та ін. Також, об'єкти сервісу часто розміщують близько до дороги, без розділового острівка, що має негативний вплив на безпеку руху.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної про-

блеми, котрим присвячується означена стаття. Проблемою розміщення об'єктів сервісу вздовж автомобільних доріг займалися такі дослідники: Петкявічус К. [1], Алєніч М.Д. [2], Бабков В.Ф. [3], Гаврилов Е.В. [4], Дзеніс П. Я. [5], Орнатський Н.П. [6], Сардаров А. С. [7] та інші. Проведені дослідження не повністю розкривають сучасний стан розміщення об'єктів сервісу вздовж автомобільних доріг України в порівнянні з ситуацією в зарубіжних країнах.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Завданням даної роботи є визначення та аналіз усереднених параметрів розміщення об'єктів сервісу вздовж автомобільних доріг України та зарубіжних країн.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Дослідження розміщення об'єктів сервісу (майданчиків відпочинку, АЗС,

СТО, стоянок, пунктів харчування, пунктів торгівлі, будинків для відпочинку, терміналів) вздовж автомагістралей різних країн світу проводилось використовуючи супутникові знімки поверхні Землі картографічного сервісу Google Earth компанії Google.

Вимірювання виконувалось в масштабі знімків 1:750. Гранична графічна точність знімків дорівнює 0,1 мм, що відповідає 7,75 см на місцевості. Середня похибка вимірювання відстаней складає 0,5 мм на знімках, що відповідає 38,75 см на місцевості. Гранична похибка вимірювання відстаней складає 1 мм на знімках, що відповідає 77,5 см на місцевості.

Враховуючи вимоги до репрезентативності та статистичної достовірності результатів дослідження, об'єм вибірки склав – 50 об'єктів сервісу, що відповідає загальним рекомендаціям до статистичних досліджень. Відповідно до вимог статистичних досліджень, чим більша змінюваність параметрів, що визначаються, тим більший повинен бути об'єм вибірки. Якщо вивчається взаємозв'язок між певними параметрами – об'єм вибірки повинен бути не менше 30–35 об'єктів [8]. Принцип вибору об'єктів сервісу для обстеження заснований на рівномірності розподілу на карті цих об'єктів.

Порядок проведення дослідження:

1. за допомогою функції «Лінійка» (вкладка "Лінія", вимір у метрах) вимірювалися такі відстані: від крайки проїзної частини до початку об'єкту сервісу, ширина та довжина території (рис. 1);



Рис. 1. Вимірювання параметрів розміщення АЗС у програмі Google Earth

2. за допомогою функції «Лінійка» (вкладка «Шлях», вимір у км) вимірювалася відстань до наступного об'єкту сервісу вздовж дороги в тому ж напрямку (рис. 2).

Дослідження об'єктів сервісу в Україні проводилося на автомобільних дорогах міжнародного значення (М 06, М 19, М 12, М 06, М 07, М 14, М 18, М 13, М 01, М 02, М 04, М 22, М 04, М 03).

В Україні було обміряно 52 об'єкта сервісу. На рис. 3 трикутниками показано місця розташування досліджуваних об'єктів. Принцип вибору досліджуваних зарубіжних країн залежав від двох параметрів: статистичні дані по ДТП у світі за останні роки [9]; подібність площі обраних країн до площі України.

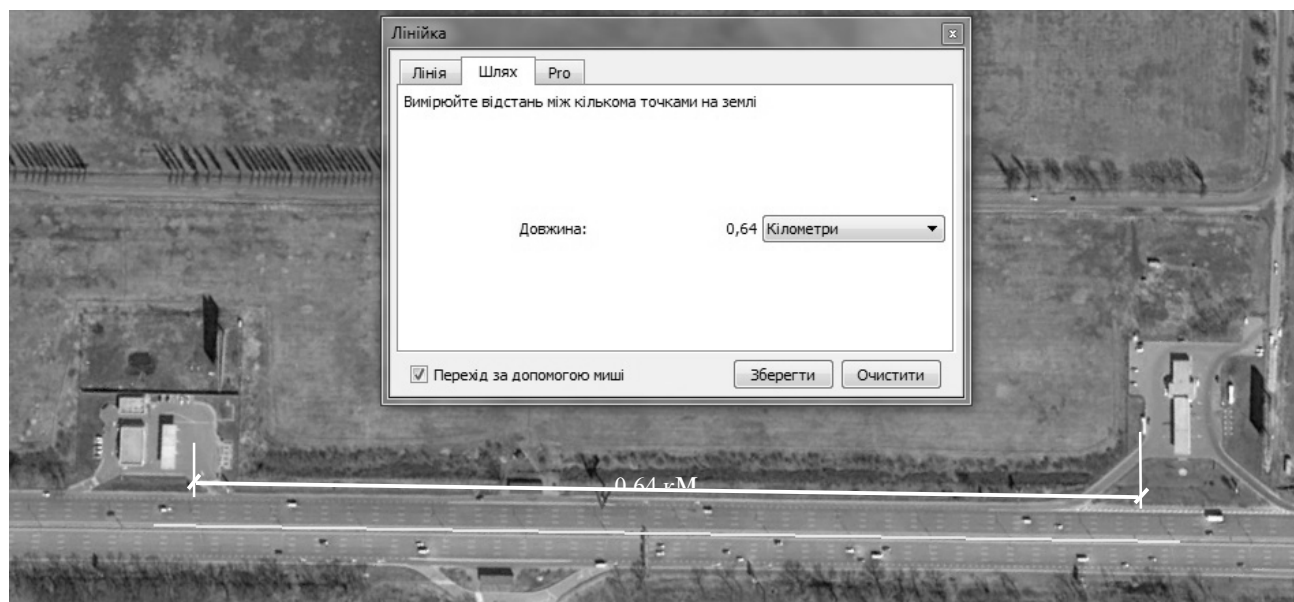


Рис. 2. Вимірювання відстані між об'єктами сервісу у програмі Google Earth

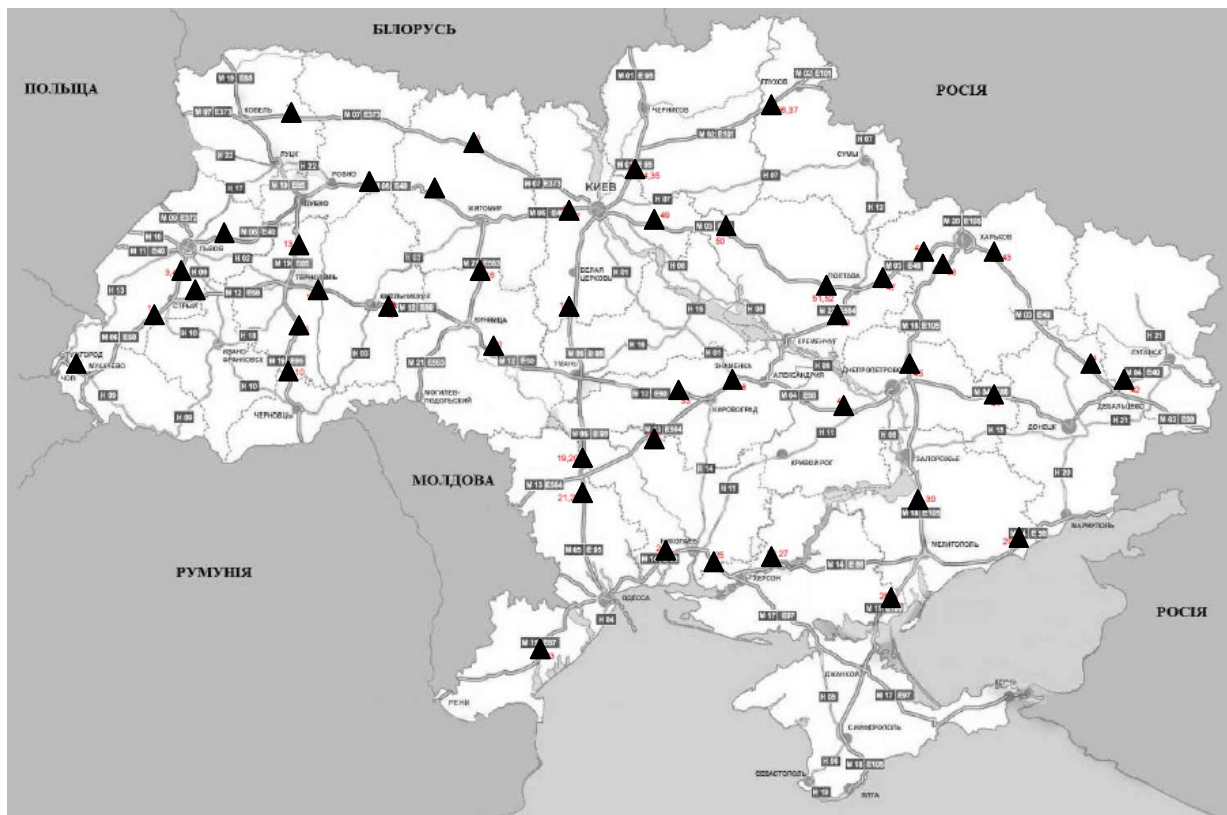


Рис. 3. Карта автомобільних доріг України з позначенням трикутниками розміщення обмірних об'єктів сервісу

Обрано країни подібні за своєю площею до площі України (603 628 км<sup>2</sup>) та з найменшою кількістю ДТП: Великобританія (S = 244 800 км<sup>2</sup>); Швеція (S = 450 000 км<sup>2</sup>); США (S = 9 826 675 км<sup>2</sup>); Німеччина (S = 357 000 км<sup>2</sup>); Польща (S = 312 658 км<sup>2</sup>).

Протяжність мережі автомобільних доріг *Великобританії* складає 398,350 км, з яких 3,557 км – це автобани [11]. На рис. 4 наведена карта доріг Великобританії з позначенням трикутниками розміщення обраних для дослідження об'єктів. Об'єкти сервісу обмірювалися на автомагістралях міжнародного значення: M 74, M6, M4, M5, M40.

У *Сполучених Штатах Америки* придорожня інфраструктура має тривалу історію. Вона характеризується багатофункціональністю і представлена різними підприємствами сервісу і об'єктами побуту [10]. На рис. 5 трикутниками показано розташування досліджуваних об'єктів сервісу в США.



Рис. 4. Карта автомобільних доріг Великобританії з позначенням трикутниками розміщення обмірних об'єктів сервісу

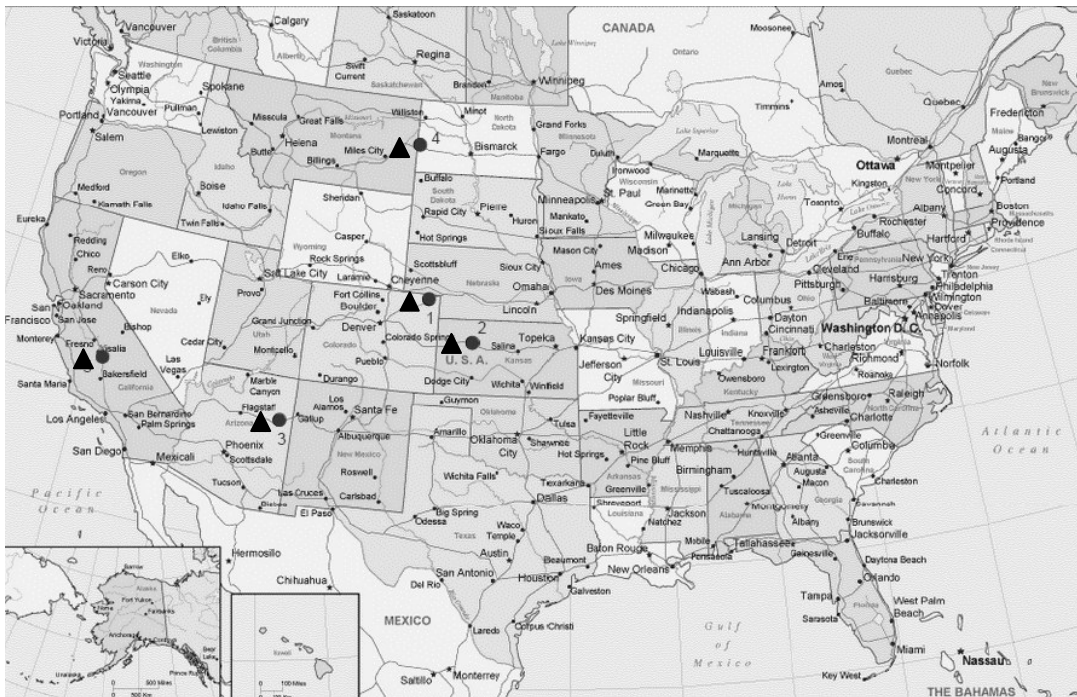


Рис. 5. Карта США з позначенням трикутниками розміщення обмірних об'єктів сервісу

Протяжність мережі автомобільних доріг загального користування *Німеччини* складає 644,480 км, всі з них - дороги з твердим покриттям. Протяжність автомагістралей 12,845 км [14]. На всіх трасах Німеччини є тимчасові парковки, розташовані у обох напрямках руху. Парковки не обладнані об'єктами сервісу. Вони розраховані як на легкові, так і на вантажні автомобілі. На рис. 6 трикутниками показано місця розташування об'єктів сервісу, що досліджуються у Німеччині.

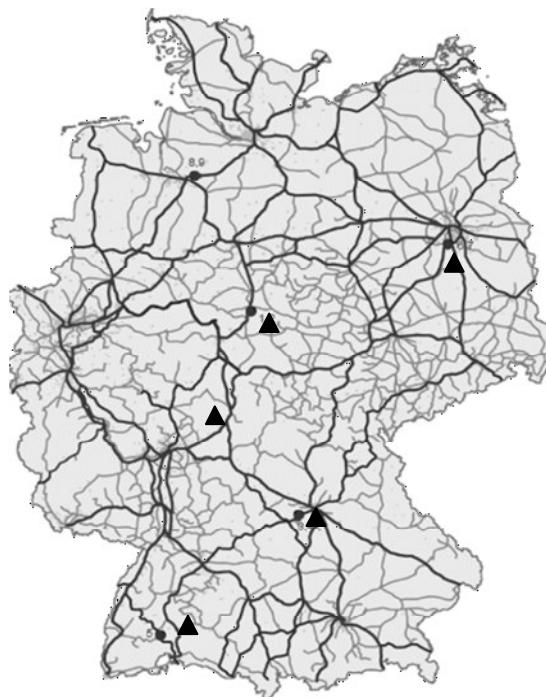


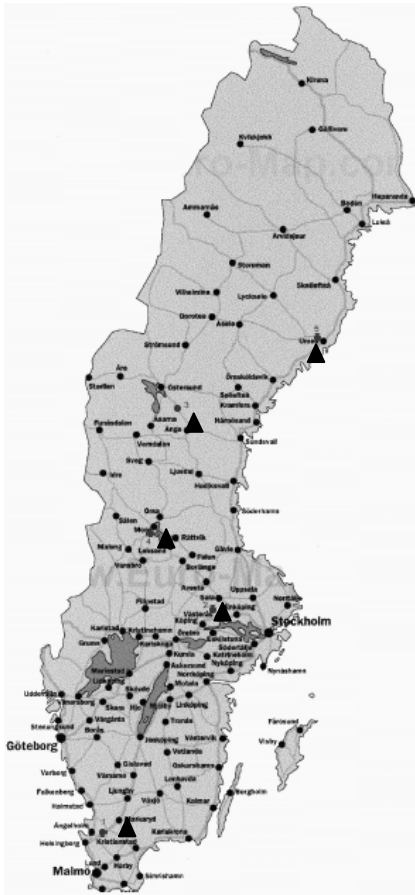
Рис. 6. Карта автомобільних доріг Німеччини з позначенням трикутниками розміщення обмірних об'єктів сервісу

Протяжність мережі автомобільних доріг загального користування *Швеції* становить 572,900 км. З них протяжність автомагістралей - 1,855 км [11]. На рис. 7 трикутниками показано місця розташування досліджуваних об'єктів сервісу у Швеції. Об'єкти сервісу обмірювались на європейських автомагістралях Е 4, Е 18, Е 14, Е 45, Е 12.

Протяжність мережі автомобільних доріг загального користування *Польщі* становить 412,264 км. З них дороги з твердим покриттям - 280,401 км. Протяжність автомагістралей (Autostrady, позначаються буквою А) складає 1,389 км [11]. На рис. 8 трикутниками показано місця розташування досліджуваних об'єктів сервісу у Польщі.

**Результати дослідження.** Об'єкти сервісу в *Україні* розміщуються в одному рівні з проїзною частиною. Визначено, що ближня межа території об'єктів сервісу на досліджуваній ділянці може співпадати з крайкою проїзної частини, яка розширена смугою гальмування та розгону, а може бути і віддалена до 50 метрів. Усереднені параметри розміщення об'єктів сервісу в *Україні*: відстань від крайки проїжджої частини до об'єктів сервісу становить 18,75 м, а відстань між об'єктами сервісу вздовж автодороги - 11,93 км.

Відповідно до ДБН В.2.3-4:2007 об'єкти сервісу повинні бути розташовані не ближче ніж 10 м до крайки проїзної частини; необхідна відстань між АЗС на дорогах I-а, I-б категорій – від 15 до 20 км (для кожного напрямку руху), II категорії – від 35 км до 40 км; під'їзди до об'єктів сервісу повинні мати перехідно-швидкісні смуги [12].



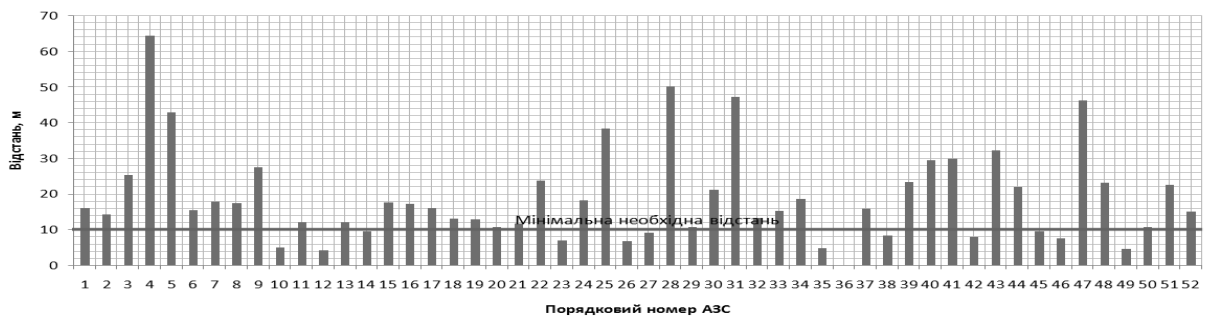
**Рис. 7.** Карта автомобільних доріг Швеції з позначенням трикутниками розміщення об'єктів об'єктів сервісу



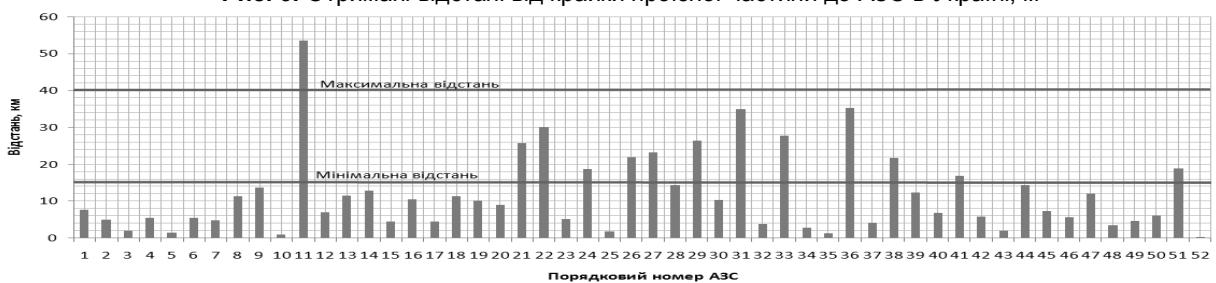
**Рис.8.** Карта автомобільних доріг Польщі з нанесеними на неї позначеннями про розміщення досліджених об'єктів сервісу

На рис. 9 наведено гістограму відстаней від крайки проїжджої частини до АЗС, горизонтальною лінією показана мінімально необхідна відстань, встановлена нормами. На рис. 10 наведено гістограму відстаней між АЗС вздовж доріг, гори-

зонтальними лініями виділені межі мінімальної (15 км) та максимальної (40 км) відстаней, встановлені нормами. З 52 досліджених АЗС, лише 18 мають перехідно-швидкісні смуги.



**Рис. 9.** Отримані відстані від крайки проїзної частини до АЗС в Україні, м

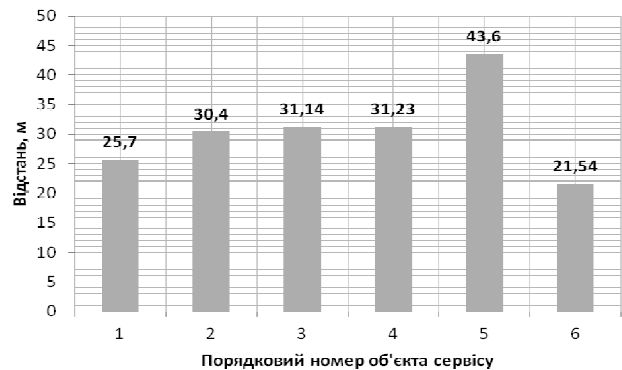
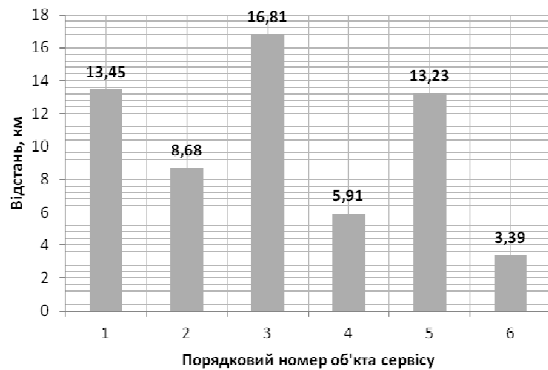


**Рис. 10.** Отримані відстані між АЗС вздовж дороги в Україні, км

Об'єкти сервісу (ОС) в *Великій Британії* розміщуються переважно в одному рівні з проїзною частиною та мають вигляд сервісного комплексу, що включає АЗС, мотель, паркінг для вантажних і легкових машин та має окремий з'їзд. Усереднені параметри розміщення об'єктів сервісу в Великій Британії: відстань від крайки проїжджої частини

до об'єктів сервісу становить 30,60 м, а відстань між об'єктами сервісу вздовж автодороги - 10,25 км.

На рис.11 а наведено гістограму відстаней від крайки проїжджої частини до об'єкту сервісу, на рис.11 б наведено гістограму відстаней між об'єктами сервісу вздовж доріг.



а.

б.

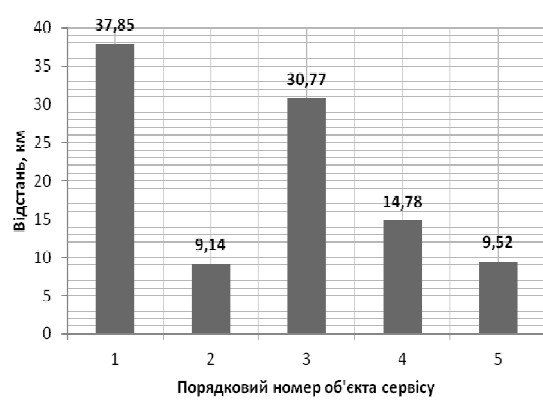
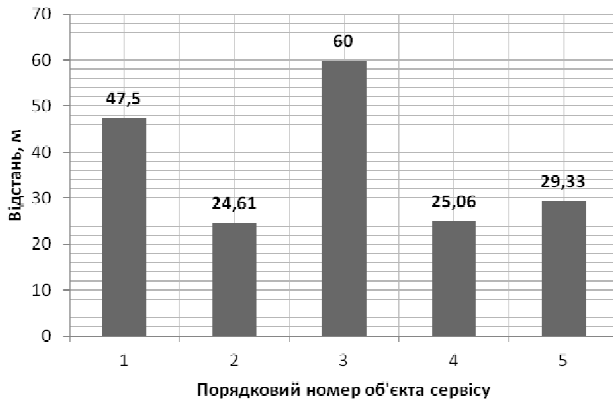
**Рис. 11.** Гістограма параметрів розміщення об'єктів сервісу в Великій Британії:

а – відстані між ОС вздовж дороги, км; б – відстані від крайки проїжджої частини до ОС, м

ОС на автомагістралях *США* розміщуються, як правило, в іншому рівні від проїзної частини, вздовж дороги нижчої категорії, з'їзд на яку влаштовується через дорожню розв'язку. Об'єкти сервісу знаходяться на значній відстані від дороги, тому вони не завжди впливають на сприйняття суб'єктів руху. Рідко зустрічається розміщення об'єктів сервісу в одному рівні з дорогою, в цьому випадку вони дублюються з обох боків із застосу-

ванням розділювальної смуги між територією об'єкта сервісу та крайкою проїзної частини.

Усереднені параметри розміщення об'єктів сервісу в США: відстань від крайки проїжджої частини до об'єктів сервісу становить 37,30 м, а відстань між об'єктами сервісу вздовж автодороги - 20,41 км. На рис.12 наведено гістограми відстаней від крайки проїжджої частини до ОС та відстаней між об'єктами сервісу вздовж доріг.



а.

б.

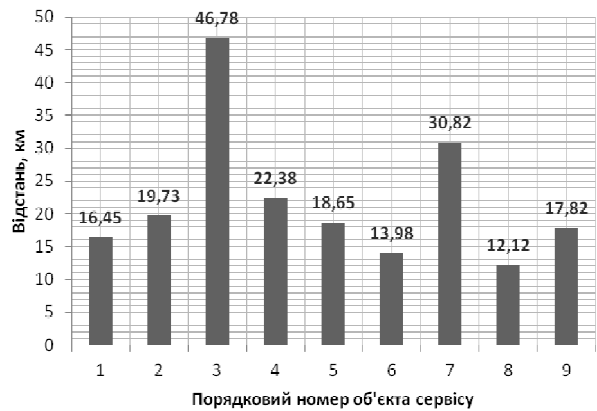
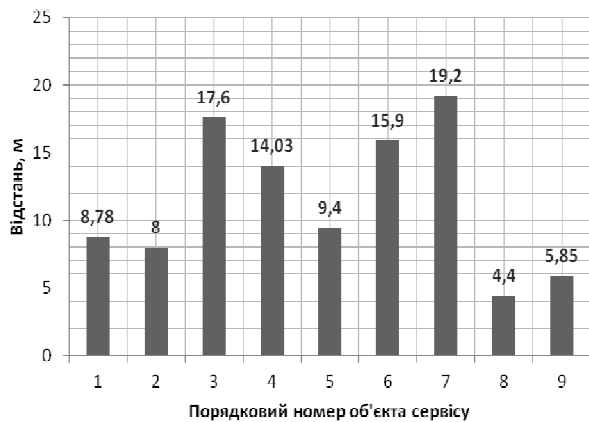
**Рис. 12.** Гістограма параметрів розміщення об'єктів сервісу в США:

а – відстані між ОС вздовж дороги, км;

б – відстані від крайки проїжджої частини до ОС, м

Об'єкти сервісу вздовж автомагістралей *Німеччини* розміщуються, найчастіше, в одному рівні з дорогою та дублюються з обох боків дороги, з розділювальною смугою між територією об'єкта сервісу та крайкою проїзної частини. Рідко зустрічається одностороннє розміщення об'єктів сервісу, але в цьому випадку будується дорожня розв'язка.

Усереднені параметри розміщення об'єктів сервісу в Німеччині: відстань від крайки проїжджої частини до об'єктів сервісу становить 11,46 м, а відстань між об'єктами сервісу вздовж автодороги - 22,08 км. На рис.13 наведено гістограми відстаней від крайки проїжджої частини до ОС та відстаней між об'єктами сервісу вздовж доріг.

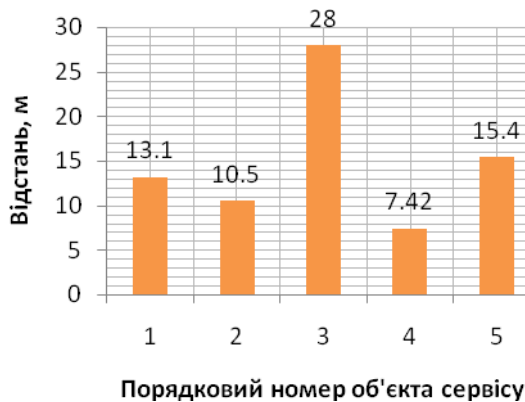


а.

б.

**Рис. 13.** Гістограма параметрів розміщення об'єктів сервісу в Німеччині: а – відстані між ОС вздовж дороги, км; б – відстані від крайки проїжджої частини до ОС, м

Усереднені параметри розміщення об'єктів сервісу в *Швеції*: відстань від крайки проїжджої частини до об'єктів сервісу становить 14,88 м, а відстань між об'єктами сервісу вздовж автодороги - 12,17 км. На рис.14 наведено гістограми відстаней від крайки проїжджої частини до ОС та відстаней між об'єктами сервісу вздовж доріг.



а.

б.

**Рис. 14.** Гістограма параметрів розміщення об'єктів сервісу в Швеції: а – відстані між ОС вздовж дороги, км; б – відстані від крайки проїжджої частини до ОС, м

Об'єкти сервісу в *Польщі* характеризуються комплексністю послуг: АЗС, паркінг для легкових і вантажних авто, кафе, мотель. Обов'язково існує ПШС та окремий з'їзд. Усереднені параметри розміщення об'єктів сервісу в Польщі: відстань від крайки проїжджої частини до об'єктів сервісу становить 21,90 м, а відстань між об'єктами сервісу вздовж автодороги - 12,47 км. На рис.15 наведено гістограми відстаней від крайки проїжджої частини до ОС та відстаней між об'єктами сервісу вздовж доріг.

новить 21,90 м, а відстань між об'єктами сервісу вздовж автодороги - 12,47 км. На рис.15 наведено гістограми відстаней від крайки проїжджої частини до ОС та відстаней між об'єктами сервісу вздовж доріг.



а.

б.

**Рис. 15.** Гістограма параметрів розміщення об'єктів сервісу в Польщі: а – відстані між ОС вздовж дороги, км; б – відстані від крайки проїжджої частини до ОС, м

Середні значення параметрів розміщення об'єктів сервісу по 6-ти досліджених країнах зведено в таблицю 1.

**Таблиця 1**

Країна	Відстань від крайки ПЧ, м	Відстань по осі від досліджуваного об'єкту сервісу до наступного об'єкту сервісу на даній дорозі, км	Площа, м <sup>2</sup>	ПШС	
				існує	немає
Україна	18,75	11,68	2444,33	18	34
Велика Британія	30,6	10,25	17373,22	6	-
США	37,3	20,41	30943,74	5	-
Німеччина	11,46	22,08	29960,78	9	-
Швеція	14,88	12,17	13998,96	5	-
Польща	21,9	12,47	17070,47	8	-

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.** Аналізуючи отримані дані дослідження, виділимо наступні результати:

- відстань від крайки ПЧ в Україні має бути мінімум 10 м; в зарубіжних країнах усереднені значення показують, що також подібні вимоги витримуються. Чим більша відстань від ПЧ до об'єкту сервісу, тим краще – менша імовірність ДТП; бачимо, що найбільша відстань – у США;
- відстань до наступного об'єкту сервісу в Україні має бути від 15 км до 40 км; бачимо, що в Україні ці дані дуже коливаються; в зарубіжних країнах цей показник більш постійний;
- площа об'єктів сервісу в досліджених зарубіжних країнах в середньому в 10 разів перевищує українські за рахунок своєї комплексності.

Вони включають в себе: мотелі, пункти харчування, автосервіс, АЗС. В Україні дуже рідко зустрічаються комплексні об'єкти сервісу. Зазвичай це окремі послуги. На досліджених АЗС в Україні не було додаткових послуг, а також не витримані вимоги щодо необхідності розташування парковки на 15 вантажних автомобілів;

– перехідно-швидкісні смуги присутні не на всіх АЗС в Україні – на досліджених 52 АЗС лише на 18 виконана ця вимога. На відміну від України, на всіх досліджених об'єктах сервісу в зарубіжних країнах є перехідно-швидкісні смуги, а також окремі з'їзди до кожного об'єкту сервісу.

Отже, зважаючи на значні недоліки у розміщенні об'єктів сервісу в Україні, перспективою наступних досліджень є удосконалення методики проектування їх розміщення.

**Список використаної літератури:**

1. Kazys Petkevičius, Julius Christauskas, Birutė Petkevičienė. Principles of Rational Dislocation of Road Infrastructure Objects on the Main and National Roads // The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering. – Vilnius: Technika, 2006. – Vol I, No 2. – p. 93–102.
2. Аленіч М.Д. Деякі принципи обґрунтування розміщення об'єктів служби сервісу / М.Д. Аленіч, О.В. Антонюк // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2003. – № 66. – С. 41–44.
3. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
4. Гаврилов Э.В. Системное проектирование автомобильных дорог (часть I) / Э.В. Гаврилов, А.М. Гридчин, В.Н. Ряпухин. – Белгород, 1997. – 152 с.
5. Дзенис П.Я. Пространственное проектирование автомобильных дорог / П.Я. Дзенис, В.Р. Рейнфельд. – М.: Транспорт, 1968. – 112 с.
6. Орнатский Н.П. Благоустройство автомобильных дорог / Н.П. Орнатский. – М.: Транспорт, 1986. – 134 с.
7. Сардаров А.С. Архитектура автомобильных дорог / А.С. Сардаров. – М.: Транспорт, 1993. – 269 с.
8. Наследов А.Д. Математические методы статистического исследования. Анализ и интерпретация данных / А.Д. Наследов. – Санкт-Петербург: Речь, 2004. – 392 с.
9. Статистичний відділ ЄЕК ООН [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [w3.unesc.org/pdxweb/Dialog/about\\_database.asp?lang=14](http://w3.unesc.org/pdxweb/Dialog/about_database.asp?lang=14)
10. AASHTO. A Policy on the Geometric Design of Highways and Streets. – Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004. – 896 p.
11. Інформаційний сайт АЗС України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.azs.uapetrol.com>
12. ДБН В.2.3-4:2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. – К.: Мінеріонбуд України, 2007. – 91 с.

**Ткаченко І.В. АНАЛИЗ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СЕРВИСА ВДОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УКРАИНЕ И ЗА ГРАНИЦЕЙ.**

Работа посвящена исследованию размещения объектов сервиса вдоль автомобильных дорог Украины и зарубежных стран. Путем измерения параметров размещения объектов сервиса (расстояния между объектами вдоль дороги и от кромки проезжей части) с использованием спутниковых снимков поверхности Земли и последующего анализа результатов, выявлено многочисленные несоответствия размещения к нормативным требованиям Украины и отличия у размещении относительно зарубежных стран.

**Ключевые слова:** благоустройство автомобильных дорог, объекты сервиса, автозаправочная станция, пункт отдыха водителей.



## **Tkachenko I. V. FOREIGN EXPERIENCE IN THE PLACEMENT OF SERVICE FACILITIES ALONG THE HIGHWAYS.**

The thesis is devoted to researching the placement of service objects along the Ukraine and foreign countries highways. The state of theoretical and practical schemes for resolving the problems related to road service was summarized and analyzed in the study, and outstanding issues were revealed. The current state of road service in Ukraine was researched through field observations and compared to service objects placement in foreign countries, and existing regulatory requirements were analyzed.

Using satellite images of the surface of the Earth map Google Earth was conducted a measurement of the placement parameters of service objects (rest areas, petrol stations, service stations, Parking, caterings, trade items, holiday homes, terminals) along the highways of Ukraine and foreign countries. The measurement was carried out in images scale 1:750. The sample size was 50 objects service that meets the General guidelines for statistical studies.

The following conclusions as a result of the research was revealed. The distance between the service objects in Ukraine is ranges from 100 m up to 55 km, in foreign countries this rate is more constant; the distance from the edge of the roadway to the object service in Ukraine is ranges from 0 to 65 m, but should be at least 10 m in accordance with regulatory requirements, abroad the greatest distance in the United States. The area of service objects abroad is in average 10 times higher than the Ukrainian due to its complexity. They include: hotels, canteens, service station, petrol station. Very rare comprehensive service facilities is in Ukraine. There are usually a separate service. There were no additional services at the investigated stations in Ukraine, and the requirement of placing 15 trucks on Parking are not correspond for normative.

Averaged placement parameters of service objects in the some countries are next. The distance from the edge of the roadway to the service objects are 18,75 m in Ukraine; 30,60 m in UK; 37,30 m in USA; 11,46 m in Germany; 14,88 m in Sweden; 21,90 min Poland. The distance between objects service along the highway are 11,93 m in Ukraine; 10,25 m in UK, 20,41 in USA; 22,08 m in Germany; 12,17 m in Sweden; 12,47 km in Poland.

So, taking into account the significant shortcomings in the placement of service facilities in Ukraine, the design techniques of their placement is improving in further research.

**Keywords:** highways improvement, service object, petrol station, drivers rest areas,

Дата надходження в редакцію: 15.10.14 р.

Рецензент: к.т.н., професор Кожушко В.П.

УДК 69.05(075.8)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИЙ ТРУБОФИЛЬТРОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**И. В. Шумаков**

**Ю. В. Фурсов**

**В. В. Обухов**

Представлены результаты исследований прочности полимерных трубофильтров для дренажных систем зданий. Получены экспериментальные данные о двукратном снижении прочности группы образцов после 7-летнего хранения, что свидетельствует о процессе «старения» полимера вне рамок эксплуатации. Подтверждена высокая эффективность использования труб из полимерно-волоконных материалов.

**Ключевые слова:** подземное строительство, дренажные системы, полимерно-волоконные трубы, прочность.

**Введение.** Строительство в центральной части городов приводит к значительным преобразованиям гидрогеологической среды, нарушениям естественных условий питания, циркуляции и разгрузки подземных вод, т.е. нарушению условий естественного водообмена и, как следствие, – к подтоплению. В этой связи устраиваются дренажные системы в составе работ инженерной подготовки, а также непосредственного устранения подтопления, как при новом строительстве, так и во время эксплуатации существующих объектов. Материалы, применяемые для этого, весьма разнообразны [1-5], основными требованиями к ним являются прочность, долговечность, высокая фильтрующая способность, экологичность.

Широкое применение получили гибкие тру-

бы, эффективность которых проявляется в удобстве транспортировки, технологичности монтажа, коррозионной стойкости и достаточно высокой прочности. Широко используются полимерные и стеклопластиковые материалы. Перспективными являются трубофильтры из полимерно-волоконных материалов (ПВМ) [6, 7] для сбора и транспортировки подземных вод, для предотвращения механической суффозии, заиливания дренажных коллекторов, защиты от проникновения корневых тканей в дренаж. В сочетании с простотой конструкции и удобством монтажа дренажи из ПВМ позволяют сократить количество слоев дренажной обсыпки, повышают эксплуатационные характеристики дренажных систем, снижают трудоемкость монтажных работ на 30 %.

**Постановка проблемы.** Дефицит исследо-