

Шпиг А.Ю.

## ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИПАДКОВИХ ФАКТОРІВ НА СТАН ПОКРИТТЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

**Анотація.** Розглядається комп'ютерна програма імітаційної моделі обґрунтування рівня втручання – значення експлуатаційного параметру, при якому потрібно виконувати певні ремонтно-відновлювальні заходи, та описується режим її роботи.

**Ключові слова:** комп'ютерна програма, імітаційна модель, стан покриття, випадкові фактори.

**Аннотация.** Рассматривается компьютерная программа имитационной модели обоснования уровня вмешательства - значение эксплуатационного параметра, при котором нужно выполнять определенные ремонтно - восстановительные мероприятия, и описывается режим ее работы.

**Ключевые слова:** компьютерная программа, имитационная модель, состояние покрытия, случайные факторы.

**Annotation.** Considered a computer program simulation model study level intervention - importance of operating parameters, which need to perform some damage control measures, and describes its mode of operation.

**Key words:** computer program simulation model, condition coverage, random factors.

### Постановка проблеми

Проблема обґрунтування часу проведення робіт з підтримки стану покриття дорожнього одягу у відповідності до нормативних вимог є важливою

науковою задачею. У світі значна увага приділяється виконанню попереджувальних (превентивних) ремонтів покриття, коли його стан ще не досягає критичного рівня, наприклад, допустимої за нормативами рівності. Очевидно, що зміна стану покриття в часі є випадковим процесом. Тому важливо дослідити дію на стан покриття різних випадкових факторів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для вирішення проблеми прогнозування процесу деградації дорожнього покриття у світі розроблено чимало емпіричних, механіко-емпіричних та ймовірнісних моделей [1, 2, 3], але дана проблема все ще має значну актуальність.

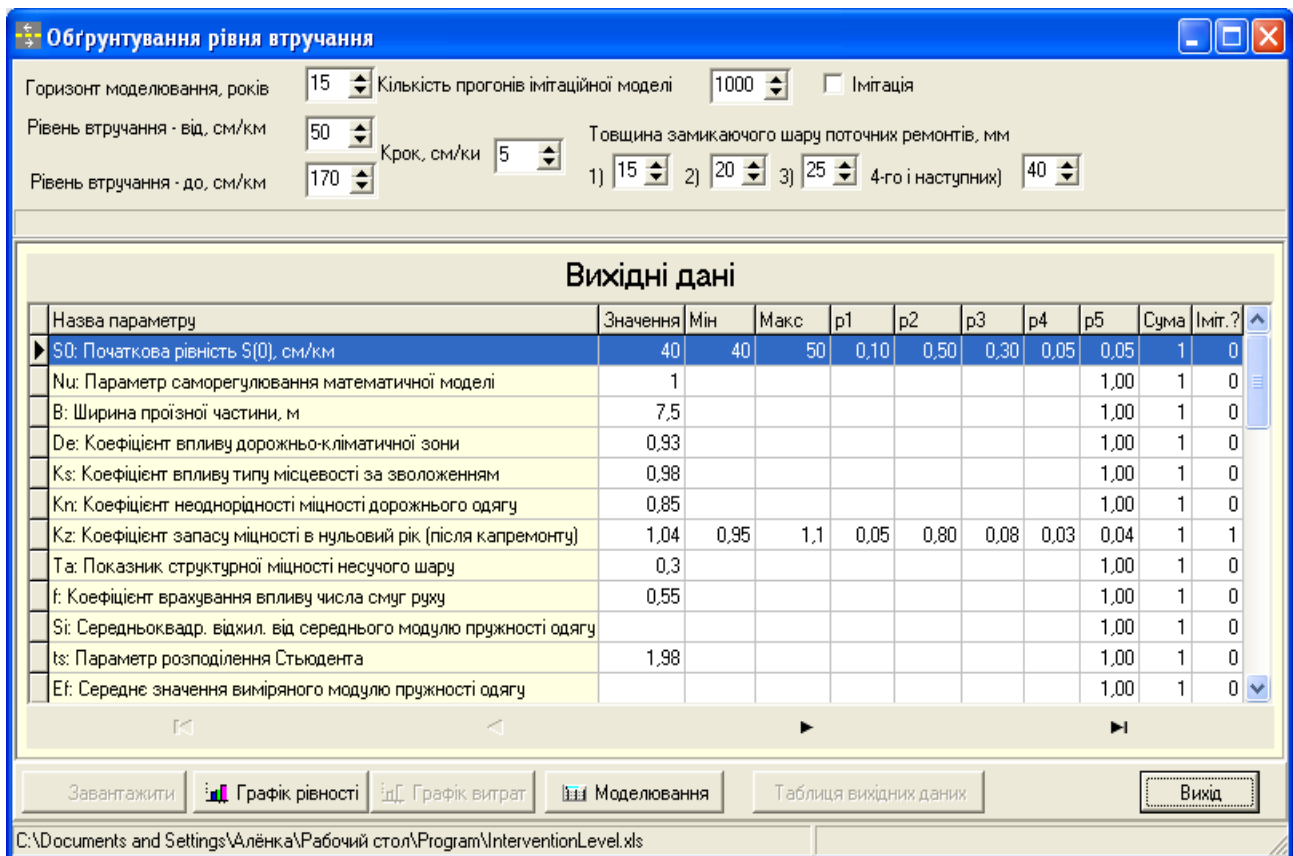
**Постановка завдання.** Розробити комп'ютерну програму, яка б дозволила врахувати вплив випадкових факторів на стан покриття дорожнього одягу та обґрунтувати періодичність планово-попереджувальних ремонтів.

**Виклад основного матеріалу.** З метою успішного управління мережею автомобільних доріг України було розроблено СУСП (систему управління станом покриття), в якій, зокрема, для нежорсткого дорожнього одягу визначається період, який залишився до: капітального ремонту [4], відновлення рівності покриття та зчепних якостей покриття [5]. Цей прогноз базується на чітко визначених, детермінованих вихідних даних і не враховує їх можливу випадковість. Тому, була розроблена комп'ютерна програма для обґрунтування оптимального рівня втручання на основі імітаційної моделі.

Завдання моделі полягає у дослідженні впливу випадкових факторів на стан покриття, до яких можна віднести, наприклад, початкову рівність; коефіцієнт запасу міцності в нульовий рік (після капітального ремонту); зміни середньорічного приросту інтенсивності руху; коефіцієнт дисконтування дорожньо-транспортних витрат та інші.

Головна екранна форма програми наведена на рис. 1.

Вихідні дані імітаційної моделі знаходяться в окремому файлі-шаблоні Microsoft Excel і зчитуються з нього за командою користувача. Вихідні дані мають певні значення, які відповідають детермінованому розрахунку. Період моделювання визначається строком служби дорожнього одягу до капітального



**Рисунок 1** – Екранна форма імітаційної моделі обґрунтування рівня втручання

ремонту. Задаються мінімальний та максимальний рівень втручання та крок його зміни в цьому інтервалі. У якості критерію оптимальності обрано сумарні дорожньо-транспортні витрати. Окрім того, можна задавати товщини замикаючого шару при поточних ремонтах.

Модель працює також в детермінованому режимі (рис. 2), а для оцінки впливу випадкових факторів передбачено режим «імітація», в якому можна змінювати кількість прогонів імітаційної моделі. Їх повинно бути не менше 1000, а практично потрібно більше 3000.

Випадкова величина задається можливими мінімальним і максимальним значенням, відстань між якими при моделюванні розділяється на п'ять рівних інтервалів, яким ставиться у відповідність оцінка ймовірності попадання значення випадкової величини в кожен інтервал. Загальна сума ймовірностей автоматично перевіряється. Вона повинна бути рівною одиниці. Щоб включити

оцінку впливу певного випадкового фактору, в таблиці Microsoft Excel у графі «імітувати» потрібно поставити 1. У свою чергу, 0 означає, що дана величина не впливає на процес імітації та використовується тільки одне її значення. Значення випадкових величин моделюються методом Монте-Карло.

У результаті моделювання отримуємо інтегральну функцію розподілу вартості, в залежності від ймовірності (рис. 3) та гістограму приведеної до нульового року суми дорожньо-транспортних витрат (рис. 4).

На основі розрахованих даних програма дозволяє порівняти графік дорожньо-транспортних витрат за детермінованим розрахунком (рис. 5) та графік сумарних дорожньо-транспортних витрат з врахуванням випадкових факторів, в залежності від рівня втручання (рис. 6). Результати моделювання по кожному рівню втручання виводяться в таблицю Microsoft Excel.

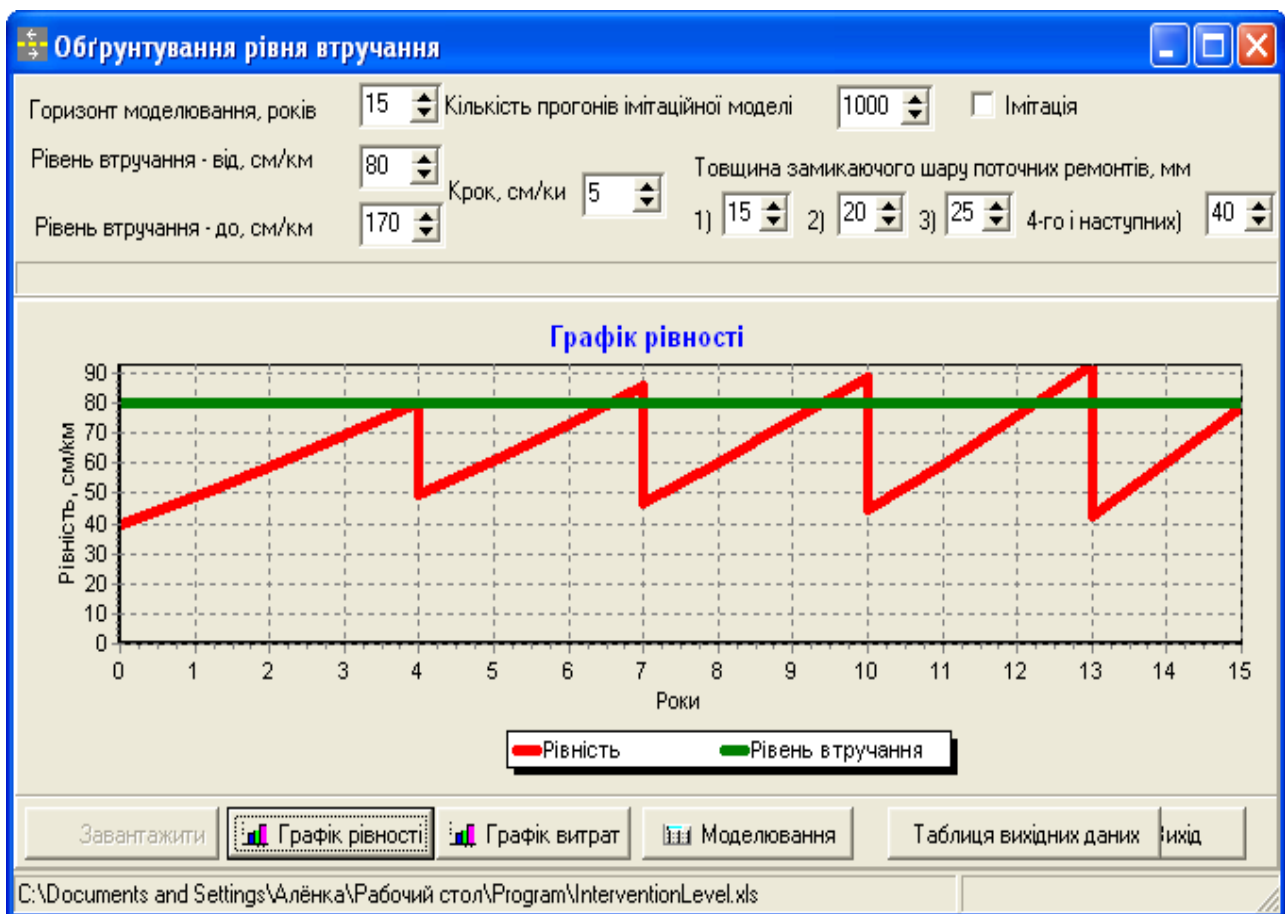


Рисунок 2 – Приклад графіка рівності при певному рівні втручання

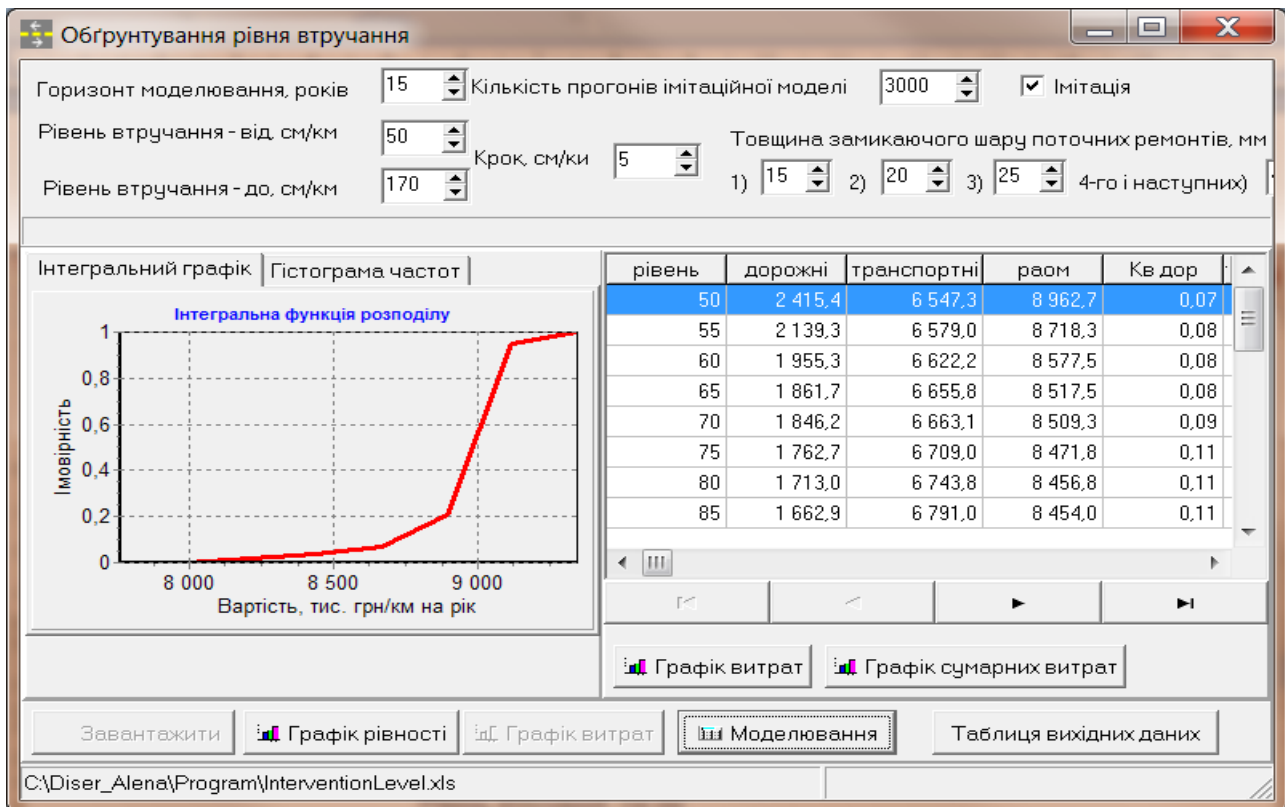


Рисунок 3 – Результати імітації – інтегральний графік розподілення

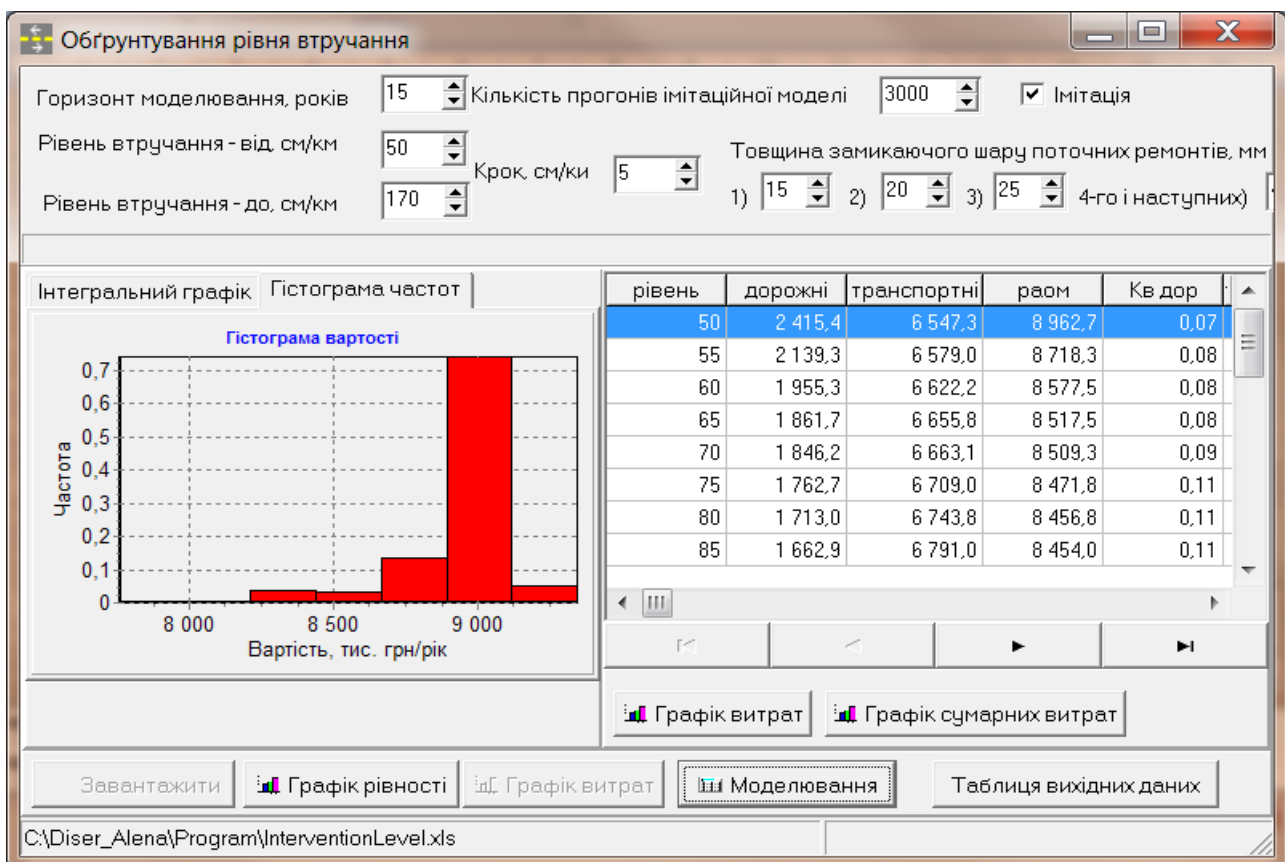


Рисунок 4 – Результати імітації – щільність розподілення

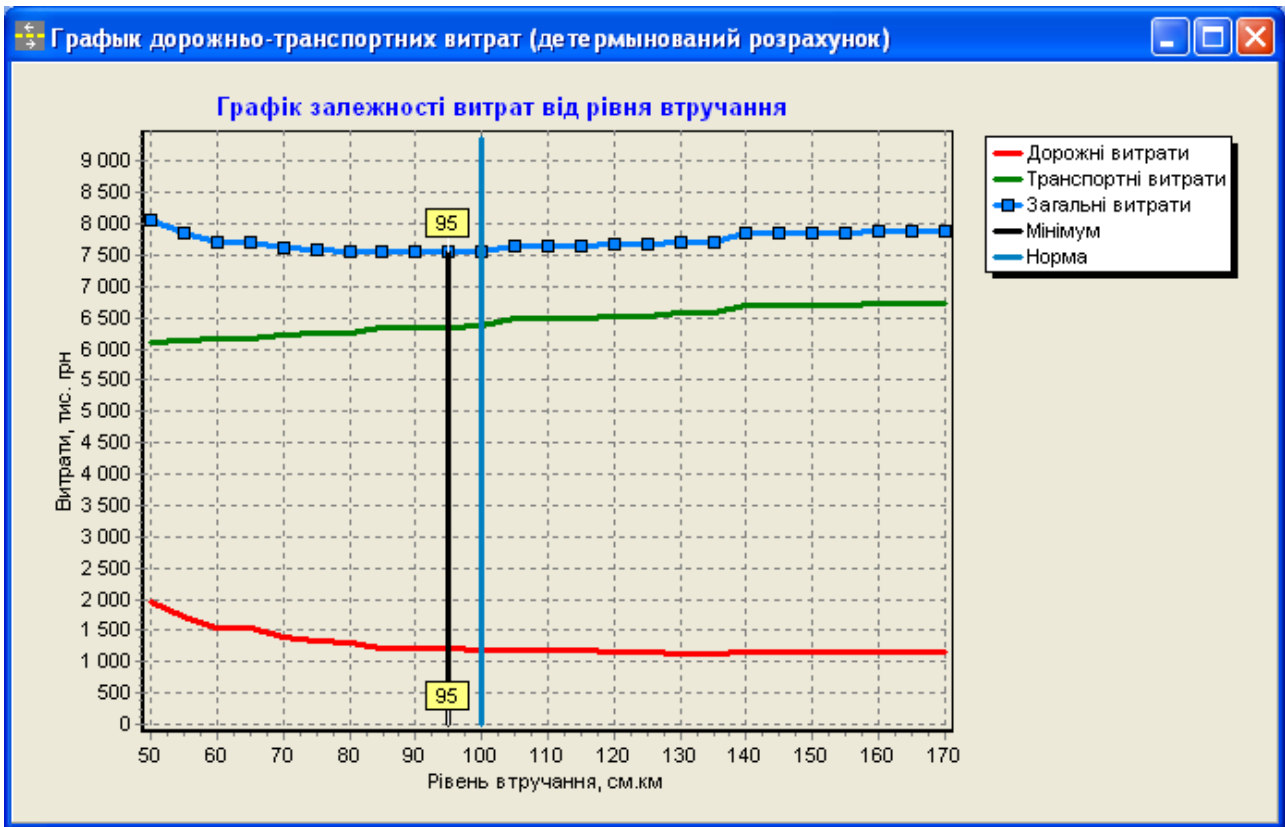


Рисунок 5 – Залежність дорожньо-транспортних витрат від рівня втручання

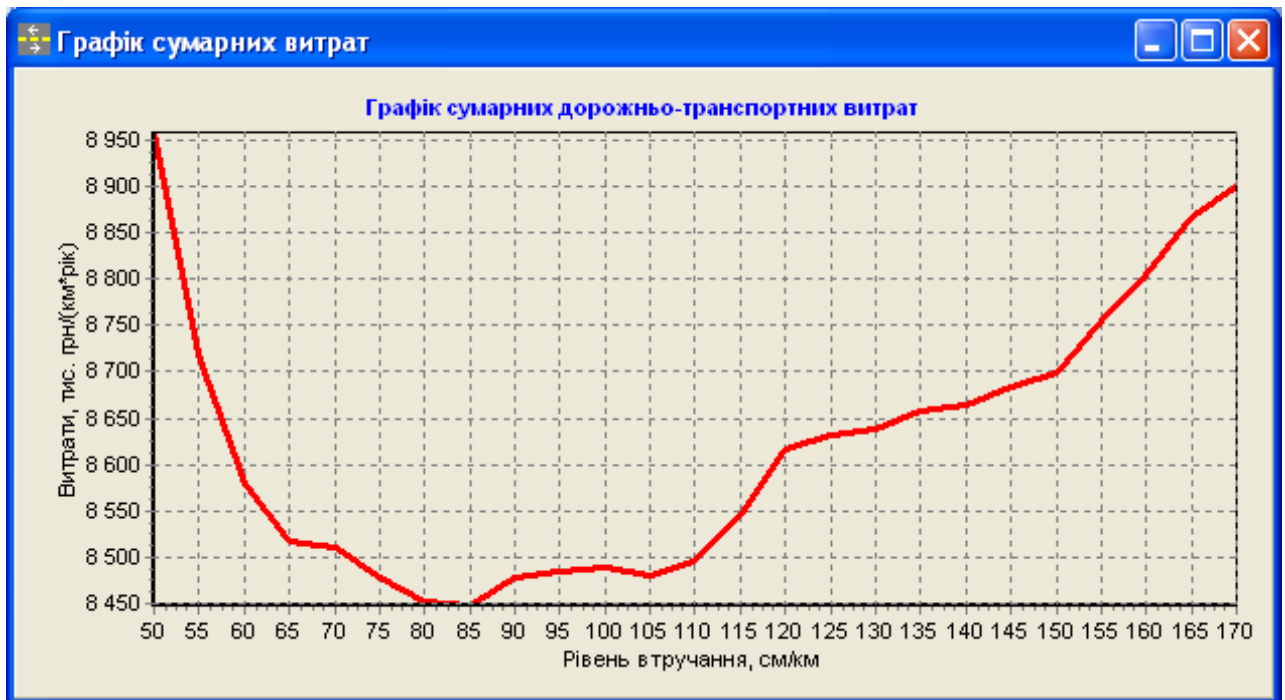


Рисунок 6 – Залежність дорожньо-транспортних витрат від рівня втручання в режимі імітації

## Висновок

Використовуючи дану комп'ютерну програму, можливо дослідити вплив випадкових факторів на стан покриття дорожнього одягу та визначити оптимальний рівень втручання, при якому отримуємо найменшу вартість дорожньо-транспортних витрат. Для інших елементів доріг доцільним буде розширити даний програмний комплекс на основі прогнозування деградації стану елемента за допомогою ланцюгів Маркова.

## Література

1. Rabbira Garba Saba. Performance Prediction Models for Flexible Pavements: A State-of-the-art Report. / Statens vegvesen Vegdirektoratet. Dep N – 0033 Oslo. 2006.
2. HDM-4 Technical User Guide. Part C: Analysis Tools. C-3 [Електронний ресурс] // Strategy Analysis, 1998. – 17 pp. - Режим доступу: [http://www.asphaltwa.com/wapa\\_web/modules/08\\_evaluation/08\\_management.htm#pms](http://www.asphaltwa.com/wapa_web/modules/08_evaluation/08_management.htm#pms).
3. Zairen Luo. Flexible Pavement Condition Model Using Clusterwise Regression and Mechanistic-Empirical Procedure for Fatigue Cracking Modeling: A Dissertation of Doctorate of Philosophy degree in Engineering. – The University of Toledo, December 2005. – 133 p.
4. Кизима С.С. Експлуатація автомобільних доріг. – К.: НТУ, 2009. – 272 с.
5. Кизима С.С. Закономерности процесса деградации ровности нежестких дорожных одежд. В сб. «Совершенствование транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог», Минск, 1996.
6. Інструкція по визначенню рівнів експлуатаційного стану автомобільних доріг державного значення та їх елементів. ІН В.3.1-218-336:2010 // Укравтодор. – 48 с.