

Мусієнко І.В., канд. техн. наук

## АВТОМАТИЗОВАНИЙ РОЗРАХУНОК НЕЖОРСТКИХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ ЗА УКРАЇНСЬКИМИ НОРМАТИВАМИ

**Анотація.** Розглянуто проблему автоматизації проектування дорожніх одягів за українськими нормативами. Запропоновано підходи вирішення даної проблеми. Описана реалізація програми УКРРДО 14.

**Ключові слова:** автоматизація проектування дорожніх одягів, алгоритмізація розрахунку дорожніх одягів нежорсткого типу, програмна реалізація розрахунку дорожніх одягів.

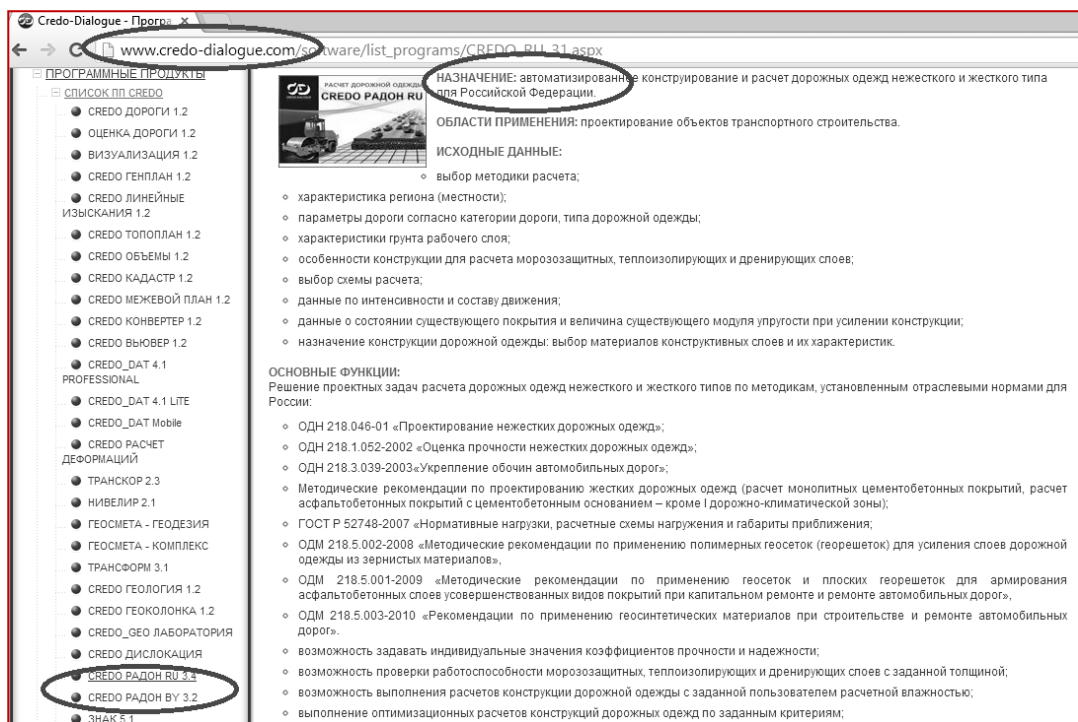
**Аннотация.** Рассмотрена проблема автоматизации проектирования дорожных одежд по украинским нормативам. Предложены подходы решения данной проблемы. Описана реализация программы УКРРДО 14.

**Ключевые слова:** автоматизация проектирования дорожных одежд, алгоритмизация расчёта дорожных одежд нежёсткого типа, программная реализация расчёта дорожных одежд.

**Annotation.** The problem of pavements designing automatization by Ukrainian standards has been considered. The approaches of solving this problem have been suggested. The realization of the program UKRRDO 14 has been described.

**Keywords:** road pavements designing automatization, nonrigid road pavements calculation algorithmization, road pavements calculation software implementation.

Сучасні технології проектування дорожніх одягів передбачають їх автоматизований розрахунок. Серед сертифікованих програм в Україні використовували для автоматизованого розрахунку нежорстких дорожніх одягів програму Радон компанії «Кредо-Діалог» [1]. На даний момент часу Радон не підтримується для українських користувачів (рис. 1).



**Рисунок 1** – Сторінка компанії «Кредо-Діалог» з програмними продуктами (скріншот від 1.10.2014 р.)

Останній факт обумовлює актуальність автоматизованого розрахунку нежорстких дорожніх одягів за українськими нормативами. У зв'язку з цим на кафедрі вишукувань та проектування доріг і аеродромів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету було розроблено першу експериментальну версію програми для розрахунку нежорстких дорожніх одягів УКРРДО 14. Програму було написано на мові C#, з застосуванням технологій Windows Form.

Для розробки програми автоматизованого розрахунку нежорстких дорожніх одягів потрібно було вирішити наступні задачі:

- 1) створити базу даних для матеріалів;
- 2) алгоритмізувати та запрограмувати усі розрахунки, формули та номограми;
- 3) об'єднати бази даних, номограми та розрахунки єдиним зручним інтерфейсом.

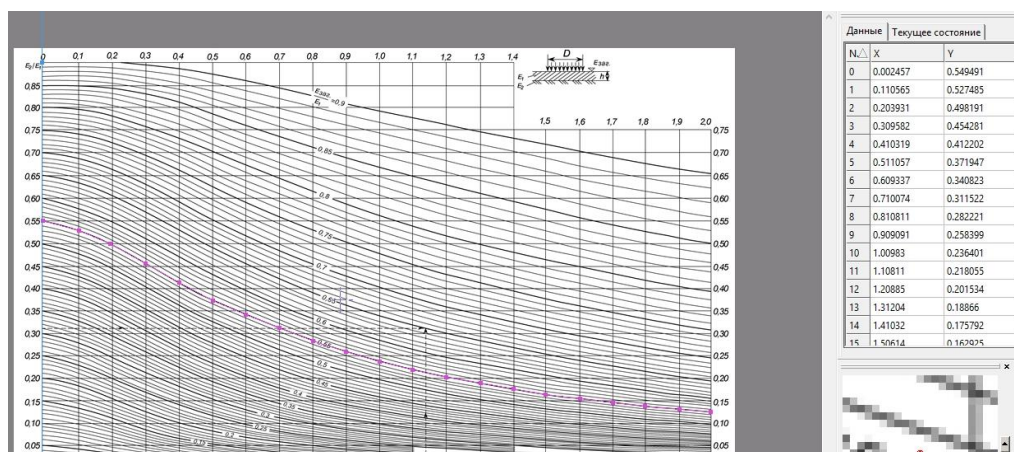
Для вирішення першої задачі була створена база даних Do. У якості сервера баз даних застосовано Microsoft SQL Server 2008. Для зв'язку бази даних з програмою використовувалася технологія ADO.NET.

Задача опису номограм вирішувалася двома методами:

- 1) з застосуванням вихідних рівнянь;
- 2) методом дигіталізації номограм, надрукованих у нормативних документах (у тих випадках, коли бракувало вихідних рівнянь).

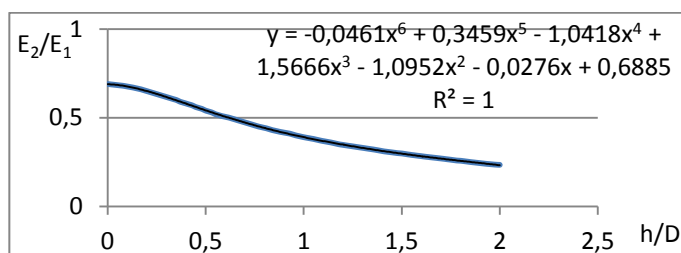
Дигіталізація номограм проводилась у наступному порядку:

- 1) по кожній кривій номограми знімались координати X та Y. Для цього зображення номограми підвантажувалося у програму GetData Graph Digitizer [2], у якій автоматизовано знімалися координати по кожній кривій (рис. 2);



**Рисунок 2** – Приклад знаходження координат однієї з кривих номограми у програмі GetData Graph Digitizer

- 2) координати кожної кривої номограми апроксимувалися поліномом шостого ступеня (рис. 3).



**Рисунок 3** – Приклад кривої  $E_{2g}/E_1 = 0,69$  отриманий в MS Excel

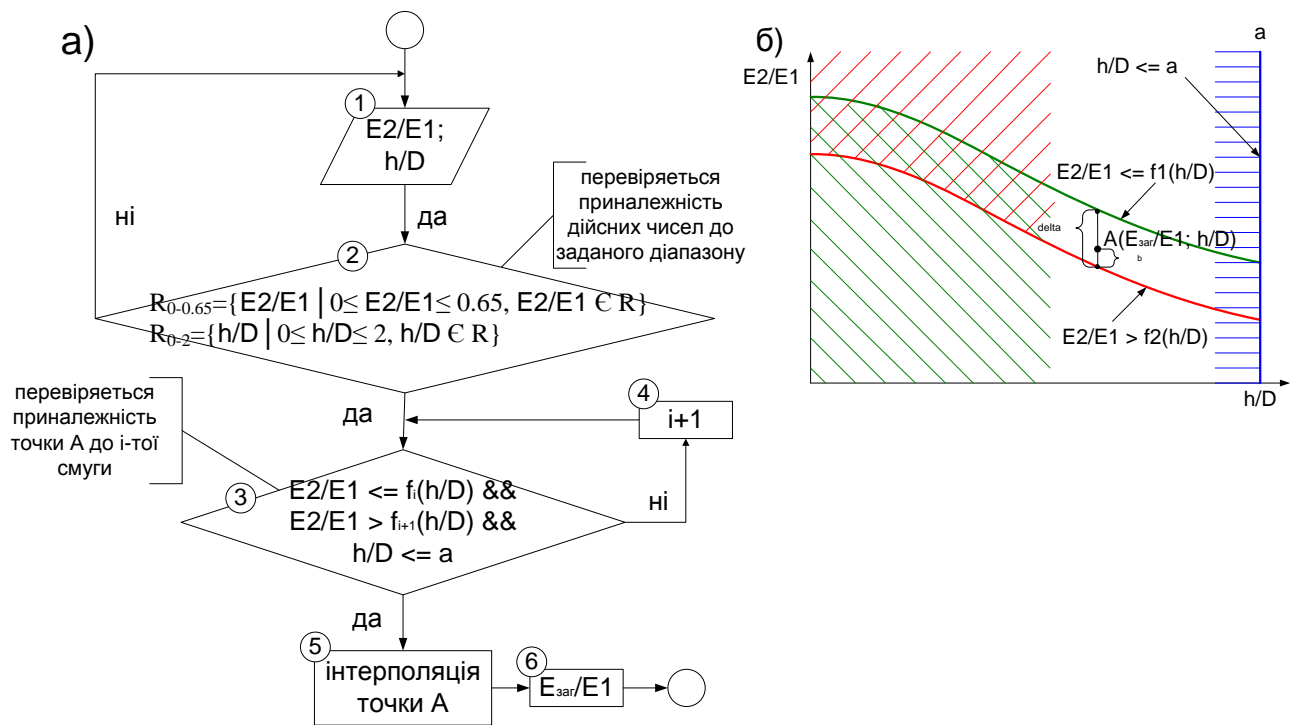
Алгоритмізація розрахунків проводилася за окремими граничними станами [3]. Підалгоритм реалізації розрахунку за пружним прогином мав наступні пункти:

- 1) перевірка приналежності вихідних даних до допустимого діапазону

дійсних чисел (рис. 4а);

2) встановлення області, обмеженої трьома лініями нерівності, у яку попадає і-та точка (рис. 4);

3) більш точне знаходження тієї функції  $E_{заг}/E_1$ , яка проходить через вихідну точку методом лінійної інтерполяції (рис. 4).



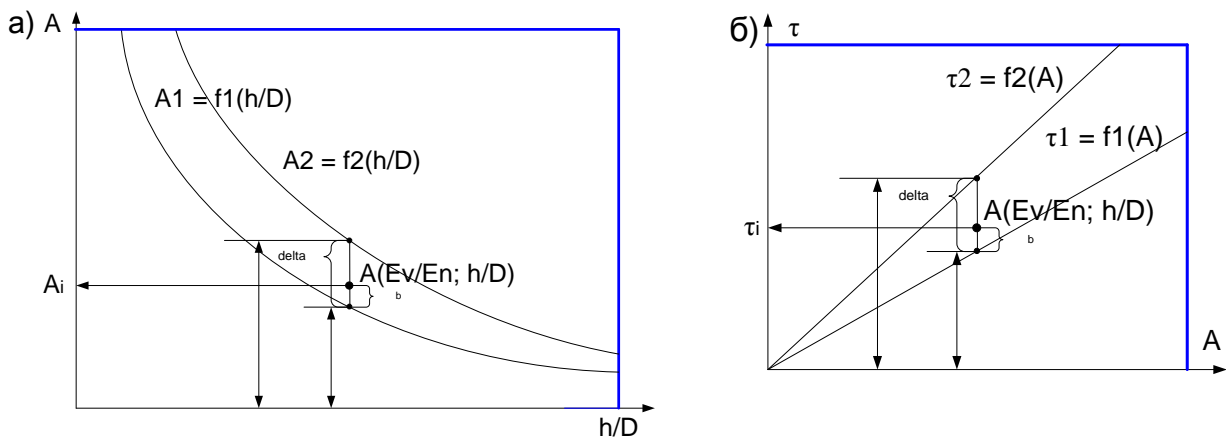
**Рисунок 4** – Знаходження  $E_{заг}/E_1$ : схема алгоритму знаходження  $E_{заг}/E_1$  (а); схема встановлення області, обмеженої трьома лініями нерівності, у яку попадає і-та точка (б)

Підалгоритм реалізації розрахунку міцності за умовою зсувостійкості земляного полотна та шарів із мало зв'язних матеріалів мав наступні пункти:

1) перевірка приналежності вихідних даних до допустимого діапазону дійсних чисел (рис. 5а);

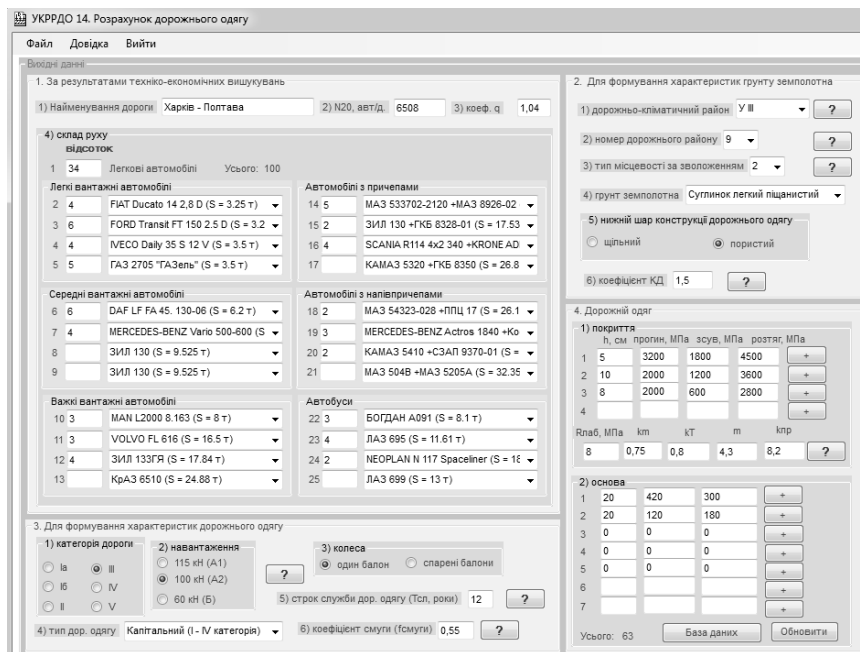
2) встановлення області, обмеженої трьома лініями нерівності, у яку попадає і-та точка (рис. 5);

3) більш точне знаходження тієї функції  $E_{заг}/E_1$ , яка проходить через вихідну точку методом лінійної інтерполяції (рис. 5).



**Рисунок 5** – Знаходження Езаг/Е1: схема знаходження координати  $A_i$  (а); заміна вісі координат  $A$  на вісь абсцис  $\tau$  (б)

Після алгоритмізації окремих розрахунків по кожному з них було створено підпрограми.



**Рисунок 5** – Інтерфейс програми УКРРДО 14 (блок вихідних даних)

При вирішенні третьої задачі – об'єднання підпрограм зручним інтерфейсом, було поставлено мету – увесь розрахунок мати перед очима. Інтерфейс програми складається з блоку вихідних даних (вміщує 4 підблоки) (рис. 6), кнопки «Прикласти навантаження» та блоку результатів розрахунку

(також вміщує 4 підблоки). По кожному розрахунку є індикатор «задовільно» або «не задовільно» (рис. 7).

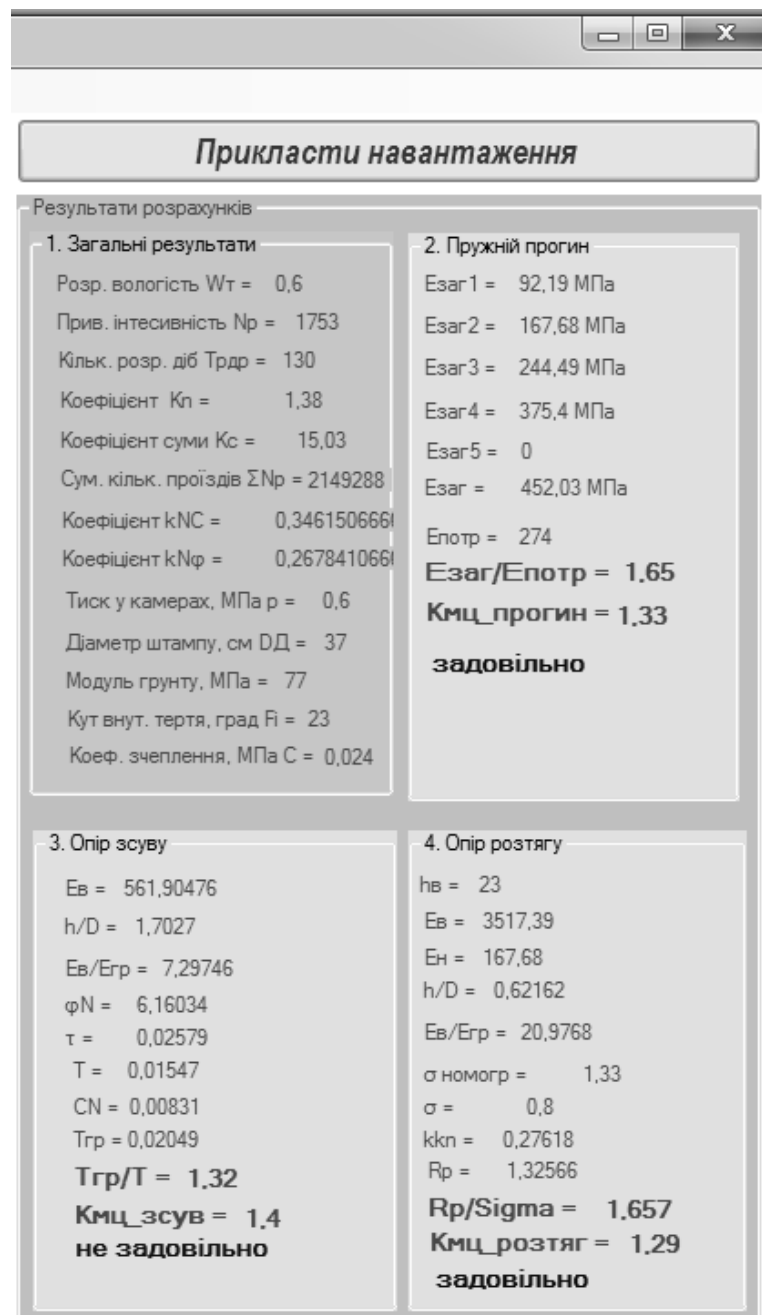


Рисунок 5 – Інтерфейс програми УКРРДО 14 (блок результати розрахунків)

### Література

1. <http://www.credo-dialogue.com/>
2. <http://www.getdata-graph-digitizer.com/ru/>
3. ВБН В.2.3-218-186-2004 Відомчі будівельні норми України. Дорожній одяг нежорсткого типу.– Чинний від 01.01.2004.