

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНДЕКСУ ЯКОСТІ ҐРУНТУ В ПРОЦЕСІ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Перович Л.М.¹, Перович Л.Л.², Мартинюк Т.В.³, Пересоляк Р.В.⁴

^{1,3} Національний університет «Львівська політехніка»,

² Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

⁴ Ужгородський національний університет

Анотація. Проблематика. Функціональна спроможність ґрунтів. Мета. Розроблення моделі визначення та оцінки індексу містобудівної якості ґрунтів. Методика. Теорія адитивних функцій та статистичного аналізу. Результати. Модель оцінки містобудівної якості ґрунтів. Наукова новизна. Установлення узгодженості індексу містобудівної якості ґрунтів. Практичне значення. Результати використовувати для проектування автомобільних доріг.

Ключові слова: ґрунт, індекс, цінність, параметри, методи, оцінка.

Вступ

У світовій практиці оцінку містобудівної цінності ґрунтів визначають індексом його якості (І). Індекс якості ґрунту характеризує спроможність ґрунту функціонувати в межах природних екосистем, підтримуючи його продуктивність та знижуючи деградацію.

Аналіз публікацій

Якість ґрунту є складною природною функціональною системою, яка не може бути отримана на основі безпосередніх вимірів, однак може бути визначена з певним ступенем довіри шляхом опрацювання величин, які характеризують найбільш повною мірою ґрунт [1]. У зв'язку з цим розроблено низку методів та методичних підходів до їх визначення, які слід використовувати для проектування та будівництва автомобільних доріг.

Визначення І є складним процесом з точки зору його використання в певних функціональних цілях.

Індекс цінності ґрунтів визначають найчастіше одним з методів. У праці [2] досліджено порівняння визначення І трьома методами, які найбільш широко використовуються у світовій практиці. Зокрема простим адитивним методом, де параметрам ґрунту надані граничні значення, визначені на основі літературних даних та експертних висновків. У цьому випадку граничні значення характеристик ґрунту, їх інтерпретація і значення І є безрозмірною величиною. Вираз для визначення значення І має вигляд:

$$I = \sum i_n, \quad (1)$$

де i_n – індекси цінності n параметрів ґрунту.

У другому методі параметри ґрунту поділяють на три основні функціональні групи, які інтегрують у рівняння визначення індексу якості ґрунту [3]. Для цього використовують зважену адитивну функцію:

$$I = \sum w_i A_n, \quad (2)$$

де w_i – ваги впливу окремих параметрів ґрунту i на індекс І; $A_1, A_2, \dots, A_n$ – окремі n параметри ґрунту.

Третій методичний підхід передбачає використання статистичної моделі [4].

Основна відмінність цього методичного підходу від перших двох полягає у використанні методів математичної статистики (кореляційного аналізу, множинної регресії тощо), що дозволяє застосовувати експертні судження як певною мірою суб'єктивні оцінки. У цьому випадку формула для визначення І₃ має вигляд:

$$I = \sum_{i=1}^n w_i i_n. \quad (3)$$

Виконані дослідження показали, що всі три методичні підходи значно корельовані між собою і у виборі методу визначення І слід використовувати підхід, який був би найбільш зручним для виконавця робіт та мав достатню базу вхідних даних.

Мета і постановка завдання

Підсумовуючи вище наведене, зауважимо, що індекс містобудівної якості ґрунтів є одним з найважливіших показників оцінки ґрунтів. Зокрема залежно від його функціонального призначення база вхідних даних може

формуватися з певного виду факторів, які мають переважające значення у визначенні І.

Наприклад, у визначенні І залежно від характеристик ґрунту буде сформована одна база вхідних даних, а у визначенні І як функції, категорії автомобільної дороги інша.

Визначення індексу якості ґрунту

Для визначення індексу містобудівної якості ґрунтів на певній території використаємо зважену адитивну функцію ваги (2), яка в розгорнутому вигляді буде:

$$I = w_1 A_1 + w_2 A_2 + \dots + w_n A_n, \quad (4)$$

де $w_1, w_2, \dots, w_n$ – вагові коефіцієнти окремих показників або їх груп якості ґрунту в процесі будівництва автомобільних робіт; $A_1, A_2, \dots, A_n$ – інтегральні показники рівнів факторів 1, 2, ..., n параметрів ґрунту.

Зауважимо, що в даному дослідженні здійснимо спробу визначення індексу містобудівної якості земель. Ґрунти, що використовуються для дорожнього будівництва, необхідно класифікувати за такими показниками: походження, склад, пластичність, текучість, здимання в разі замерзання, схильність до просідання.

Якість ґрунту для будівництва автомобільних доріг представимо найбільш вагомими групами факторів: різновид ґрунтів за ступенем засоленості, різновид ґрунтів за відносною деформацією просідання (до просідаючих ґрунтів належать ґрунти, які під дією зовнішнього навантаження чи власної ваги за умови замочування водою дають додаткове просідання), різновид ґрунтів за ступенем зволоження, допустима вологість ґрунту в разі ущільнення, різновид ґрунтів за ступенем здимальності у випадку замерзання (рис. 1).

Кожна група факторів може містити певну кількість окремих показників, які, на думку дослідників, є найбільш впливовими в оцінці цього типу ґрунтів.

За результатами спеціальних польових та лабораторних ґрунтових досліджень, а у випадку їх відсутності за літературними та іншими доступними ґрунтовими джерелами пропонуємо визначати у п'ятибальній шкалі оцінку кожного фактора. На основі отриманих бальних оцінок визначають вагові коефіцієнти впливу окремих факторів на індекс містобудівної цінності ґрунту.

З урахуванням наведеної вище методики стає можливим визначити індекс містобудівної якості ґрунту. Для цього достатньою умовою є отримання одиночних значень B_{ij} або середньозважених їх величин на певній території.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n B_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N B_{ij}}, \quad (5)$$

де w_i – ваговий коефіцієнт фактора i ; N – число зразків ґрунту для визначення числових значень окремого параметра; n – число факторів або параметрів; B_{ij} – бальна оцінка окремого j -фактора, визначена в j -му зразку.



Рис. 1. Фактори містобудівної якості ґрунтів у процесі будівництва автомобільних доріг [5]

Допустимо, що на певній території відібрано N зразків ґрунту, за якими можна відповідно до виразів (4) та (5) визначити N значень індексів містобудівної якості ґрунту

та його інтегроване значення $I = \sum_{i=1}^N N_i / N$.

Одним із завершальних етапів є встановлення та оцінювання представлення ґрунту за отриманим значенням індексу його містобудівної якості.

Критерієм узгодженості результатів визначення І різних зразків ґрунту, отриманих у різних місцях досліджуваної території, буде коефіцієнт конкордації, який можна знайти за спрощеною формулою:

$$K = \frac{12 \sum_{i=1}^n d_i^2}{N^2 (n^3 - n)}, \quad (6)$$

де N – кількість відібраних зразків; n – число факторів; d_i – відхилення суми рангів (балів) окремого фактора від середнього значення всіх факторів.

Тобто

$$d_i = B_i - \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n}. \quad (7)$$

Коефіцієнт конкордації може приймати значення від 0 до 1.

За умови значень $K < 0,5$ можна вважати, що території для визначення І потребують більш детальних ґрунтових досліджень для встановлення земельних ділянок з більш однаковим індексом містобудівної якості ґрунтів.

Висновки

Унаслідок проведених досліджень розроблена теоретична модель визначення індексу містобудівної якості ґрунтів, яка дозволяє знайти не тільки його значення, але й встановити вплив окремих факторів на його значення, що сприятиме більш ефективному процесу розроблення проектних рішень у будівництві автомобільних доріг.

Зауважимо, що в цьому випадку групи факторів, шкала бальної оцінки може формуватися по-різному залежно від природно-кліматичних, соціально-економічних та інших факторів, а також від перспектив функціонального використання та розвитку територій.

Література

1. Karlen D.L., Stott D.E. (1994). A framework for evaluating physical and chemical indicators of

soil quality. In: Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicsek D.F., Stewart B.A., editors. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison. WI: Soil Science Society of America. P. 53–72.

2. Mukherjee A., Lalk. (2014). Comparison of Soil Quality Index Using Three Methods. PLOS ONE 9(8):e105981. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105981>.
3. Fernandes J.C., Gamero C.A., Rodrigues J.G.L., Miras-Avalos J.M. (2011). Determination of the quality index of a Paleudult under sunflower culture and different management systems. Soil and Tillage Research 112: 167–174.
4. Mandual U.K., Ramachandran K., Sharma K., Satyam B., Venkanna K., et al. (2011). Assessing Soil Quality in a Semiarid Tropical Watershed Using a Geographic Information System. Soil Science Society of America Journal 75: 1144–1160.
5. ДБН В 2.3-4: 2015. Автомобільні дороги. Частина 1. Проектування. Частина II. Будівництво, Київ: Мінрегіон буд. та житлово-комун. госп. України. 2015. 100 с.

References

1. Karlen D.L., Stott D.E. (1994). A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicsek D.F., Stewart B.A., editors. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison. WI: Soil Science Society of America. P. 53–72.
2. Mukherjee A., Lalk. (2014). Comparison of Soil Quality Index Using Three Methods. PLOS ONE 9(8):e105981. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105981>.
3. Fernandes J.C., Gamero C.A., Rodrigues J.G.L., Miras-Avalos J.M. (2011). Determination of the quality index of a Paleudult under sunflower culture and different management systems. Soil and Tillage Research 112: 167–174.
4. Mandual U.K., Ramachandran K., Sharma K., Satyam B., Venkanna K., et al. (2011). Assessing Soil Quality in a Semiarid Tropical Watershed Using a Geographic Information System. Soil Science Society of America Journal 75: 1144–1160.
5. DBN V 2.3-4: 2015. Avtomobil'ni dorogy. Chastyna 1. Proektuvannja. Chastyna II. Budivnyctvo, Kyiv: Minregion bud. ta zhytlovo-komun. gosp. Ukrai'ny. 2015. 100 s. [in Ukraine].

Перович Лев Миколайович¹, д.т.н., професор, кафедра кадастру територій, НУ «Львівська політехніка», вул. Карпінського, 6, м. Львів, Україна, тел.: +380982361687, levperovych@gmail.com.

Перович Леся Львівна², к.т.н., доцент, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, cadastr@gmail.com.

Мартинюк Тетяна Валеріївна³, кафедра кадастру територій, НУ «Львівська політехніка», вул. Карпінського, 6, м. Львів, Україна, +380962183885, martunyk.t.v@gmail.com.

Пересоляк Роман Владиславович⁴, кафедра землевпорядкування та кадастру, Ужгородський національний університет, вул. Університетська, 14, Ужгород, Україна, 88000, roman.peresoliak@gmail.com.

To the question of determining the soil quality index in road construction

Abstract. Problems. Assessment of quality of urban soil is of great importance in the socio-economic stability and development of each territory in the design and construction of highways. This is one of the important factors of material and financial costs and security of construction and operation of the engineering and transport network. **Goal.** This study is devoted to the method of solving an important socio-economic problem - determining the index of urban quality of soil in the construction of roads. For these purposes, the choice of the optimal function of determining the index of urban quality of soils is investigated; the factors that shape it and the criterion of consistency of the final results. **Method.** The research uses the theory of weighted additive functions, methods of statistical analysis and mathematical logic. **Results.** The classification of factors that form the index of urban quality of soils and methods of processing the database, as well as the criteria of consistency of indices based on the results of field and laboratory studies have been developed. It is found that to determine the soil quality graduability index, it is most appropriate to use an additive weighted function that includes a number of important factors. The main groups of factors are identified: relative deformation of subsidence, moisture, swelling and freezing capacity during freezing. Using a five-point scale to determine the index is suggested. On the basis of the point estimates of each group of factors, it is possible to determine the impact of each group on the index, as well as, using the coefficient of concordance, to determine the consistency criterion of the values of urban quality indexes of soils obtained in different soil samples. **The newness of novelty.** A model of soil quality index determination and their evaluation is developed. Based on the known methods of soil quality assessment, the authors propose a methodological approach that allows not only the determination of the index of urban quality of soils, but also the influence of individual factors on the index value. **Practical implementation.** This can be used by experts in the field of motorway design to develop proposals and recommendations for public authorities and local self-government in solving construction issues, which will contribute to the economics of material

costs and the safety of operation of road transport networks.

Keywords: soil, construction, value, parameters, methods, assessment.

¹**Lev Perovych** – D.Sc., Professor, Department of Cadastre of Territories, Lviv Polytechnic National University, 6 Karpinskyi St., Lviv, Ukraine, phone: +380982361687, levperovych@gmail.com.

²**Lesia Perovych** – PhD., Associate Prof., Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 15 Karpatska St., Ivano-Frankivsk, Ukraine, cadastr@gmail.com.

³**Tania Martyniuk** - Department of Cadastre of Territories, Lviv Polytechnic National University, 6 Karpinskyi St., Lviv, Ukraine, phone: +380962183885, martunyk.t.v@gmail.com.

⁴**Roman Peresoliak** - Land management and cadastre department, Uzghhorod national university, Universytetska st., 14, Uzghhorod, Ukraine, 88000, e-mail: roman.peresoliak@gmail.com.

К вопросу определения индекса качества почвы при строительстве автомобильных дорог

Аннотация. Проблематика. Функциональная способность почв. Цель. Разработка модели определения и оценки индекса градостроительного качества почв. Методика. Теория аддитивных функций и статистического анализа. Результаты. Модель оценки градостроительного качества почв. Научная новизна. Установление согласованности индекса градостроительного качества почв. Практическое значение. Результаты использовать при проектировании автомобильных дорог.

Ключевые слова: почва, строительство, ценность, параметры, методы, оценка.

Перович Лев Николаевич¹, д.т.н., профессор, кафедра кадастра территорий, НУ «Львовская политехника», ул. Карпинского, 6, г. Львов, Украина, тел.: +380982361687, levperovych@gmail.com.

Перович Леся Львовна², к.т.н., доцент, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, ул. Карпатская, 15, г. Ивано-Франковск, Украина, cadastr@gmail.com.

Мартинюк Татьяна Валериевна³, кафедра кадастра территорий, НУ «Львовская политехника», ул. Карпинского, 6, г. Львов, Украина, +380962183885, martunyk.t.v@gmail.com.

Пересоляк Роман Владиславович⁴, кафедра землеустройства и кадастра, Ужгородский национальный университет, ул. Университетская, 14, Ужгород, Украина, 88000, roman.peresoliak@gmail.com