

УДК 504.05

О.О. Букі

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків*

## **ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКУ ГЛИБИНИ ПРОВЕДЕННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ З УРАХУВАННЯМ ВЛАСТИВОСТЕЙ РЕЛЬ'ЄФУ**

*У статті розглянуто можливість розв'язання проблеми забезпечення екологічної безпеки ґрунтів, які були техногенно забруднені. Проведено аналіз засобів рекультивація земель, технічного та біологічного етапів у порівнянні з санацією ґрунтів. Обґрунтовано застосування розрахунку товщини фактично забрудненого шару землі. Доведена ефективність геоморфологічного розрахунку товщини рекультиваційного шару у порівнянні з іншими розрахунковими методами.*

**Ключові слова:** *екологічна безпека, небезпечні об'єкти, рекультивація земель, санація ґрунтів.*

### **Вступ**

**Актуальність** запропонованої теми статті достатньо обумовлена тим, що антропогенне забруднення ґрунтів було і лишається одним з найбільш

екологічно небезпечних процесів для України. Зростання обсягів сучасного «антиекологічного» виробництва загрожує на даний час самому існуванню одного з найбільших природних скарбів держави – чорнозему.

**Проблемі** наближення літоекологічної кризи приділяється все більша увага, оскільки людина виявилася у багатьох відношеннях беззахисною перед результатами власного впливу на довкілля. Масштаб змін, що вносяться в складні геоморфологічні процеси, привів до практичної втрати екологічної рівноваги. Обговорення означеної проблеми у сучасній науковій та науково-популярній літературі ведеться достатньо широко, як вітчизняними так і закордонними науковцями [1 – 7].

Однією з найважливіших наукових задач, розв'язання якої значно наближує розв'язання проблеми, є **наукова задача** визначення істинної товщі шару забрудненого ґрунту при рекультивациі земель.

### Виклад основного матеріалу

Згідно визначення з нормативних документів, рекультивациа земель – це комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та народного-сподарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов довкілля відповідно до інтересів суспільства. Рекультивациа повинна здійснюватися в два етапи: технічний і біологічний. До технічного етапу відносяться планування, формування укосів, знімання, транспортування та нанесення ґрунтів і родючих порід на землі, що рекультивуються, при необхідності корінна меліорація, будівництво доріг, спеціальних гідротехнічних споруд та ін. Роботи з технічної рекультивациі виконуються відразу після завершення будівництва і направлені на збереження родючих властивостей ґрунтів. При цьому основними заходами, що реалізують даний напрямок, є зняття родючого шару, його транспортування до місця зберігання, при необхідності укладання в бурти і зворотне нанесення на землі, які рекультивуються. Результатом проведення технічної рекультивациі є ретельно спланована територія земельної ділянки, підготовлена для подальшого біологічного етапу. Біологічний етап складається з комплексу агротехнічних (вірний підбір системи обробки ґрунту) і фітомеліоративних (посадка насіння, саджанців) заходів, спрямованих на поліпшення екологічних, агрофізичних, агрохімічних, біохімічних та інших властивостей ґрунту. Даний етап включає проведення таких видів робіт:

- підготовка земельної ділянки за допомогою агротехнічних методів обробки ґрунтів;
- обробка площі, яка рекультивується, біопрепаратами та добривами;
- посів або висадка рослинного матеріалу;
- фенологічні спостереження і ґрунтові і аналізи;
- оцінка ефективності обробки.

Поряд з рекультивациєю земель існує також такий захід, як санація ґрунтів.

Визначення терміна «санація ґрунтів» відсутнє в нормативній документації. У загальному вигляді під санацією земель розуміють очистку ґрунтів від шкідливих забруднюючих речовин та сторонніх предметів на її поверхні.

Оцінка ступеня забруднення ґрунтів і ґрунтів проводиться відповідно до санітарно-епідеміологічних правил (СанПіН 2.1.7.1287-03) по відношенню до гігієнічних нормативів (ГДК або ОДК) шкідливих речовин у ґрунті (ГН 2.1.7.2041-06 і ГН 2.1.7.2511-09). У разі, якщо фактичні показники забруднення ґрунту (концентрація забруднюючих речовин, біогазу, радіаційний фон, епідеміологічні показники) перевищують максимально допустимі значення, постає питання про санацію території. Санація ґрунтів в залежності від масштабу і характеру забруднення проводиться за двома напрямками: видалення верхнього шару ґрунтів на полігон розміщення відходів чи для переробки на спеціальних установках; руйнування поллютантів різними способами на місці. Способи очищення ґрунтів можна розділити на фізичні, хімічні, фізико-хімічні та біохімічні.

Фізичні методи передбачають промивання ґрунту з розчиненням забруднюючих речовин в рідинах, що промивають. До них же відноситься видалення верхнього шару ґрунту і сміття з засмічених і забруднених територій на полігон розміщення відходів. Санація території за допомогою хімічних методів включає процеси вилуговування, зв'язування поллютантів в комплексні з'єднання і т.д. Окремо слід зазначити термічні способи (нагрів на повітрі, у вакуумі, піроліз), використовувані для видалення органічних речовин і деяких кольорових металів.

Фізико-хімічні методи в даний час включають екстракцію, фотоліз і флотацію.

Біохімічні методи включають: застосування рослин-фітомеліорантів, здатних акумулювати важкі метали з наступним їх видаленням; окислення або видалення мікроорганізмами забруднювача, який є для них живильним середовищем; використання цеолітів і гумусових препаратів, які використовуються для зниження рухливості важких металів у ґрунтах.

Крім перерахованих вище серед сучасних методів санації виділяють наступні види робіт: біоремедіація, електричну сепарацію, вітрифікацію.

Таким чином, санація території земельної ділянки в більшості випадків підрозуміває детоксикацію ґрунту і спрямована на відновлення її хімічних, мікробіологічних і паразитологічних показників якості до рівня гігієнічних нормативів.

Необхідно відзначити, що найчастіше під такими санаційними заходами, як видалення забрудненого шару ґрунтів на полігон розміщення відходів та засипка порушеного ділянки чистим ґрунтом увазі роботи по рекультивациі. Дане положення вважається неправильним у зв'язку з тим, що роботи по рекультивациі в першу чергу будуть спрямовані на збереження вихідних властивостей ґрунтів, а не на їх відновлення, як передбачено санаційними роботами.

Переміщення ґрунту геоморфологічної системи і накопичення його у вигляді наносів в ООР призводить до зміни Н з часом. Рівняння, що описує взаємодію рельєфу з літодінамичними і геодинамічними потоками було запропоновано Н.В. Куценко [6].

$$\rho V + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_T \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_T \frac{\partial H}{\partial y} \right) = \rho \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (1)$$

де  $\rho$  – об'ємна щільність ґрунту, безпосередньо взаємодіє з літодінамічним потоком;  $V$  – швидкість тектонічних рухів;  $K_T$  – коефіцієнт, що транспортує здатності літодінамічного потоку;  $t$  – час. Проте, враховуючи, що ми маємо справу з системами, в яких відсутній тектонічний рух (тобто  $V = 0$ ), рівняння зміни рельєфу в часі і просторі буде приймати вигляд:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x} \left( K_T \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial y} \left( K_T \frac{\partial H}{\partial y} \right) = \frac{\partial H}{\partial t}. \quad (2)$$

Зрозумілим є те, що забрудненими ділянками будуть ті, для яких виконується нерівність:

$$\frac{\partial H}{\partial t} > 0. \quad (3)$$

Для подальших розрахунків необхідно ввести коефіцієнт рівняння дифузії  $D_c$ , який у геоморфології має назву «коефіцієнт денудації», тобто:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = D_c \Delta H, \quad (4)$$

де  $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$  – двомірний лапласіан.

Рівняння (4) є лінійним диференціальним рівнянням у часткових похідних з постійним коефіцієнтом  $D_c$ . Його розв'язання можливо отримати в квадратурах. Достатньо загальною постановкою задачі є така:

у початковий момент часу  $t = 0$  визначено рельєф для всіх точок  $x, y$ , який задається функцією:

$$H = H_0(\vec{r}) \text{ при } t = 0, \quad (5)$$

де  $\vec{r}$  – радіус-вектор, який лежить у площині  $x, y$ .

Необхідно знайти рельєф у все наступні моменти часу  $t > 0$ , який дається функцією:

$$H = H(\vec{r}, t). \quad (6)$$

Розв'яжемо (4) за допомогою інтеграла Фур'є.

$$H(\vec{r}, t) = \frac{1}{(2\pi)^2} \int \int_{-\infty}^{\infty} H_{\vec{h}}(t) e^{i\vec{h}\vec{r}} dk_x dk_y, \quad (7)$$

де Фур'є-компоненти  $H_{\vec{h}}(t)$  згідно перетворенню Фур'є дорівнюють:

$$H_{\vec{h}}(t) = \int \int_{-\infty}^{\infty} H(\vec{r}, t) e^{-i\vec{h}\vec{r}} dx dy. \quad (8)$$

В результаті отримаємо рішення (9):

$$H(\vec{r}, t) = \frac{1}{(2\pi)^2} \int \int_{-\infty}^{\infty} H_{0\vec{h}} e^{-h^2 D_c t} e^{i\vec{h}\vec{r}} dk_x dk_y, \quad (9)$$

яке є загальним рішенням рівняння (4), де функція  $H_{0\vec{h}}$  визначається початковим рельєфом.

Таким чином, маючи уявлення про загальний час накопичення забруднення на земельній ділянці, властивості ґрунту та забруднювача, можливо досить точно визначити товщу ґрунтового шару, який підлягає рекультивациі.

## Висновки

Розроблення теоретичних основ та розрахункових методів визначення товщі ґрунтового шару, який підлягає рекультивациі, надає можливість проведення екологічних заходів щодо очистки ґрунту у короткий термін та з більшою ефективністю.

## Список літератури

1. Биченок М.М. Проблеми інформатизації в сфері екологічної безпеки / М.М. Биченок // *Стохастические задачи теории оптимизации и надежности*. – К.: Ін-т кибернетики НАН України, 1994. – С. 29-34.
2. Аникеєв В.А. Технологические аспекты охраны окружающей среды / В.А. Аникеєв, И.З. Копп, Ф.В.Скалкин. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 282 с.
3. Бертокс П. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений / П. Бертокс, Д. Радд. – М.: Мир, 1980. – 157 с.
4. Будыко М.И. Глобальная экология / М.И. Будыко. – М.: Мысль, 1978. – 204 с.
5. Кастни Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы / Дж. Кастни. – М.: Мир, 1982. – 177 с.
6. Пэнтл Р. Методы системного анализа окружающей среды / Р. Пэнтл. – М.: Мир, 1989. – 306 с.
7. Brust I. *Urban Ecology* / I. Brust, H. Feldmann, O. Uhlmann. – Spring-Verlag Ed. Berlin, Heidelberg, 1998. – 714 p.

Надійшла до редколегії 6.11.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. М.І. Адаменко, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТА ГЛУБИНЫ ПРОВЕДЕНИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ СВОЙСТВ РЕЛЬЕФА

А.А. Буки

*В статье рассмотрена возможность решения проблемы обеспечения экологической безопасности техногенно загрязнённых почв. Проведен анализ способов рекультивации земель технического и биологического этапов в сравнении с санацией почв. Обосновано использование расчёта толщины фактически загрязнённого слоя земли. Доказана эффективность геоморфологического расчёта толщины рекультивационного слоя сравнительно с другими расчётными методами.*

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, опасные объекты, рекультивация земель, санация почв.

## THEORETICAL GROUND OF CALCULATION OF DEPTH OF LEADTHROUGH OF REKULTIVATION MEASURES TAKING INTO ACCOUNT PROPERTIES OF RELIEF

O.O. Buki

*Possibility of decision of the problem providing of ekologiicheskoy safety of technogenic muddy soils is considered in the article. The analysis of methods of rekultivacii of earths of the technical and biological stages is conducted by comparison to sanaciy of soils. The use of calculation of thickness of actually muddy layer of earth is grounded. Efficiency of geomorphological calculation of thickness of rekultivacionnogo layer is well-proven comparatively with other calculation methods.*

**Keywords:** ecological safety, dangerous objects, rekultivation, sanary of soils.