

## **Оценка педотурбационной активности слепыша на участке рекультивации земель, нарушенных горнодобывающей промышленностью**

Т.М. Коновалова, аспирант

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

*Одержані експериментальні дані, які підтверджують справедливість запропонованого алгоритму кількісної оцінки педотурбаційної активності сліпака. Для пояснення відхилень експериментальних даних від прогнозних введено уявлення про ажурність структури порів та розроблена її кількісна міра.*

В процессе биологического этапа рекультивации земель важное значение имеют все биотические компоненты биогеоценоза: фитоценоз, микробоценоз и зооценоз. Если изучению значению и роли растительности и микроорганизмов в рекультивации земель посвящены обширные исследования [1–3, 6], то научное осмысление зоогенного фактора находится на начальных этапах.

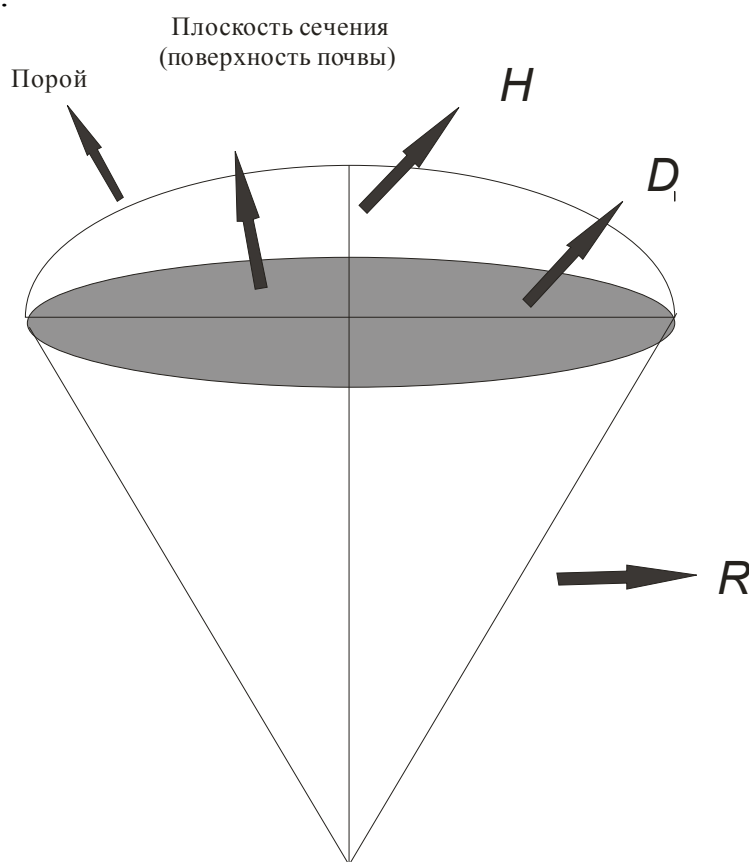
Деятельность слепышей можно отнести к категории аллогенного экосистемного инжиниринга. Экосистемными инженерами являются организмы, которые прямо либо опосредованно модулируют доступность ресурсов для других видов путем изменения физического состояния абиотических и биотических материалов, модифицируя, поддерживая и (или) создавая местообитания [7]. Аллогенные инженеры изменяют окружающую среду путем трансформации живых либо неживых материалов из одного состояния в другое путем механических либо иных преобразований [7]. Слепыш в процессе педотурбационной активности строит систему подземных ходов и выбрасывает на поверхность почву в виде пороев. Соответствие аллогенному механизму подтверждается тем фактом, что почвенная масса, находясь в равновесном состоянии в почвенной толще в составе соответствующего генетического горизонта, преобразуется из одного состояния в другое (находится выше уровня почвы в очевидном неравновесном состоянии как с позиций механики, так и химизма своего состава). Эта трансформация модулирует распределение ресурсов, таких как вода, минеральные вещества, баланс энергии, создаются условия для аэрации почвы [4].

**Целью** статьи является изучение педотурбационной активности почвенной макрофауны (*Spalax microphthalmus*) на участках сельскохозяйственной рекультивации земель.

**Материал и методы исследования.** Работы проведены на научно-исследовательском стационаре Днепропетровского государственного

аграрного университета в г. Орджоникидзе. Экспериментальный участок по изучению оптимальных режимов рекультивации создан в 1968–1970 гг. Экспериментальный полигон был заложен в искусственном лесном насаждении (акция, грецкий орех) на склоне южной экспозиции (47°39'07,26" С.Ш., 34°08'18,96" В.Д.). В качестве контрольного участка с ненарушенным растительным покровом была выбрана степная целинка на склоне байрака Яцев Яр (48°19'36,25" С.Ш., 35°11'32,96" В.Д.).

Методика, предложенная А. Е. Пахомовым [4, 5] для количественной оценки пороев, основывается на том, что форма почвенного выброса млекопитающих представляет собой параболоид вращения  $X^2 + Y^2 + 2PZ = 0$ . Такой подход применялся автором для характеристики размеров всех почвороев, которые обитают в степной зоне Украины [2]. С нашей точки зрения, более адекватной моделью формы пороев слепышей является сегмент сфероида (рис. 1).



**Рис. 1. Модель порою как сегмента сферы:  $H$  – высота порою (сегмента);  $D$  – диаметр порою;  $R$  – радиус гипотетической сферы**

Объем сегмента сферы может быть найден по формуле

$$V = \pi H^2 (3R - H) / 3,$$

где  $R$  – радиус сферы;  $H$  – высота сегмента.

Высота сегмента соответствует высоте порою. Радиус сферы необходимо установить на основании данных о высоте порою и его диаметре.

Справедливым является выражение

$$R^2 = \frac{D^2}{4} + (R - H)^2.$$

Из чего следует, что

$$R = \frac{D^2}{8H} + \frac{H}{2}.$$

Таким образом, объем пороя на основании информации о его диаметре и высоте можно вычислить по следующей формуле:

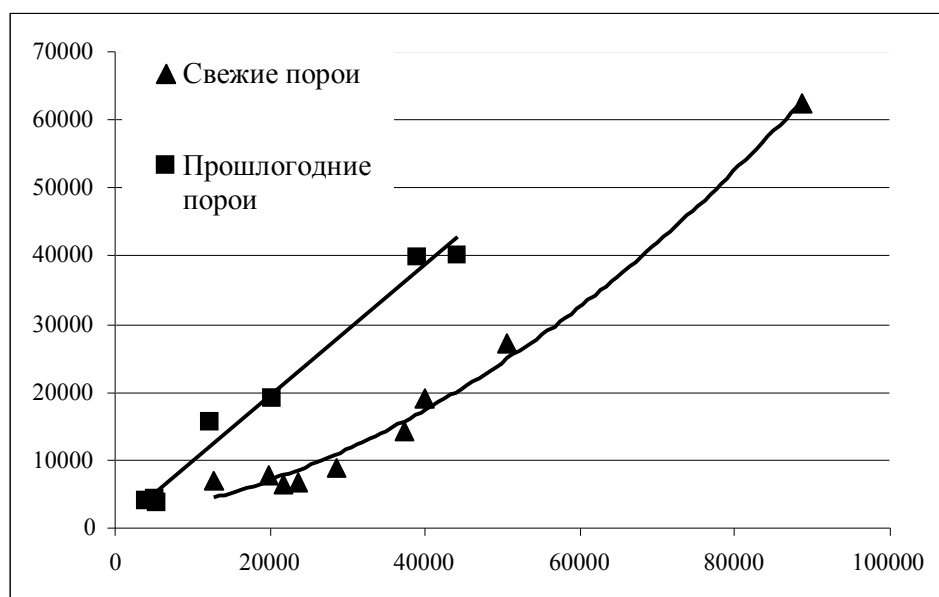
$$V = \pi H^2 \left( \frac{3D^2}{8H} + \frac{H}{2} \right) / 3.$$

Безусловно, условием справедливости предложенной формулы является подобие формы пороя форме сегмента сферы.

**Результаты и обсуждение.** Изучение пороев слепышей в степном целинном участке позволило установить, что зависимость между прогнозируемым объемом пороев, полученных на основании расчетов ( $Y$ ), и объемом почвы, из которого слагается порой, найденного экспериментально ( $X$ ) для прошлогодних пороев описывается уравнением:

$$Y = 0,97 \cdot X (R^2 = 0,98)$$

Коэффициент пропорциональности, близкий к единице, свидетельствует о высокой прогностической способности предложенной формулы для вычисления объема прошлогодних пороев (рис. 2).



**Рис. 2. Соотношение между прогнозным (ось абсцисс) и экспериментальным (ось ординат) объемами пороев, см<sup>3</sup>**

Для свежих пороев прогноз по формуле дает завышенное значение объема почвы в порое. Зависимость между прогнозом и экспериментальными данными является нелинейной и может быть описана с помощью уравнения второй степени

$$Y = 0,0000061 \cdot X + 0,15 \cdot X + 1575,74 (R^2 = 0,99)$$

Степень отклонения объема пороя от прогнозного уровня зависит от его возраста. Мерой возраста пороя может быть отношение его высоты к диаметру: молодой порой имеет наиболее высокое значение этого

показателя, с возрастом происходит его снижение до нуля (порой сравнился с уровнем почвы). С возрастом пороя степень соответствия модели экспериментальным данным увеличивается. У молодых пороев отклонение расчетов объема почвы от экспериментальных данных может составлять 30–72 %.

Необходимо отметить, что экспериментально устанавливается объем почвы, из которой состоит порой, а вычисляется объем исходя из его размерных характеристик и формы. Очевидно, что сам порой занимает больший объем, чем составляющая его почвенная масса, ввиду своего более рыхлого сложения.

Как показали наши исследования, молодые порою характеризуются очень низкой плотностью почвы, которая входит в его состав. С увеличением возраста порою происходит увеличение плотности составляющей его почвы.

В среднем плотность почвы в свежих порою составляет  $0,85 \text{ г/см}^3$ , а в прошлогодних –  $0,95 \text{ г/см}^3$  (различия достоверны по тесту Манна–Уитни;  $p = 0,00$ ). Однако следует различать плотность почвы в порою и плотность (объемный вес) самого порою как целостного образования.

Для свежих порою характерен низкий уровень плотности как самой почвы, из которого порой состоит, так и самого порою (различия достоверны по тесту Уилкоксона,  $Z = 2,67$ ;  $p = 0,01$ ). В прошлогодних порою их объемный вес, а также почвы, из которой порой состоит, практически сравниваются (различия не достоверны по тесту Уилкоксона,  $Z = 1,52$ ;  $p = 0,13$ ).

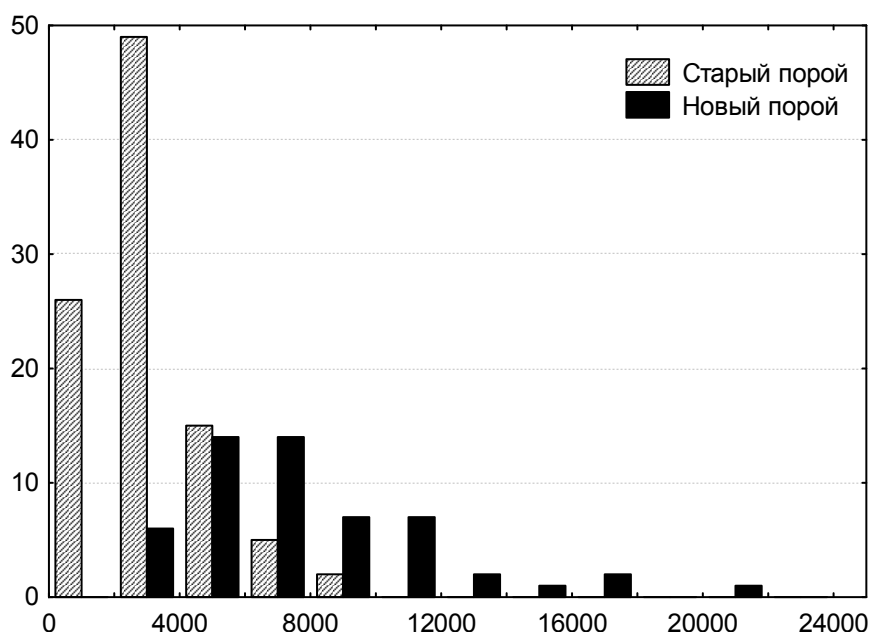
Для практических целей могут быть предложены эмпирические формулы:

определение объема порою по морфометрическим характеристикам

$$V = -10560 - 166,5 \cdot D + 8,2 \cdot D^2 + 288,9 \cdot H;$$

определение массы порою, г

$$M = -11,23 - 0,05 \cdot D + 0,01 \cdot D^2 + 0,07 \cdot H.$$



### ***Рис. 3 Распределение объемов пороев слепышей***

На участке рекультивации порои слепышей распределены контагиозно. В местах их концентрации плотность пороев может составлять 151 экз./100 м<sup>2</sup>. Объем пороев, который установлен на основании предложенной методики, равен  $10^5$  см<sup>3</sup>/100 м<sup>2</sup>. Доля новых пороев в суммарном объеме выброшенной на поверхность слепышами почвы составляет 58,12 %. Гистограмма объемов пороев демонстрирует ассиметричный характер распределения объемов старых пороев со сдвигом в область малых значений и гораздо более симметричный характер распределения новых пороев с эпизодическими выбросами в область очень больших значений (рис. 3).

Таким образом, для объяснения полученных результатов необходимо предположить существование у пороев собственной структуры более высокого порядка, чем структура почвы, из которой порой состоит. Безусловно, строительство пороя слепышом приводит к его значительному рыхлению. Как результат наблюдается снижение плотности почвы. При увеличении длительности существования пороя почвы, из которой состоит порой, уплотняется. Однако даже у многолетних пороев плотность почвы ниже, чем у нетронутой педотурбационной активностью слепышей почвы.

Удельный вес свежего пороя значительно ниже плотности почвы, из которой он состоит. Такое явление возможно при наличии в пороях структурных отдельностей, которые формируют ажурную конструкцию. Эта конструкция обладает особыми свойствами, но она недолговечна. Поэтому при экспериментальном измерении плотности почвы в пороях эта структура разрушается, что есть причиной различий между вычисленным объемом и найденным экспериментально.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что предложенная формула определения объема пороя обладает высокой степенью точности. Различия между объемом пороя, вычисленным по формуле, и объемом почвы пороя, найденным экспериментально, могут рассматриваться в качестве меры ажурности конструкции пороя.

### ***Выводы***

*Можно предполагать, что биологическое значение пороев для слепышей определяется именно наличием свойства ажурности. Заметим, что функциональное значение педотурбационной активности слепышей определяется временем существования и количеством пороев. Быстрая потеря порою свойства ажурности приводит к необходимости постоянного строительства новых пороев, что является фактором активизации функциональной роли слепышей в естественных и техногенных биогеоценозах.*

### ***Библиография***

1. О рекультивации земель в степи Украины / [Н.Е. Бекаревич, Н.Д. Горобец, А.А. Колбасин и др.]; под ред. Н.Е. Бекаревича. – Днепропетровск : Промінь, 1971. – С. 20–37.
2. Волох П.В. Агрегатный состав насыпного плодородного слоя почвы и вскрышных пород при рекультивации / П.В.Волох, О.В. Трухов // Рекультивация земель. – Днепропетровск, 1987. – С. 54–61.
3. Волох П.В. Сучасний ґрунтогенез на рекультивованих літоземах зони Степу України / П.В. Волох, І.Х. Узбек // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2010. – № 1. – С. 39–47.
4. Пахомов А.Е. Биогеоценотическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины / А.Е. Пахомов. – Днепропетровск : Изд-во ДГУ, 1998. – Т. 1. Механический тип воздействия. – 232 с.
5. Пахомов А.Е. К методике определения размерных параметров почвенных выбросов почвороев-млекопитающих / А.Е. Пахомов // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Днепропетровск : Изд-во ДГУ, 1986. – С. 152–154.
6. Устойчивое развитие сложных экотехносистем / [В.И. Шемавнев, Н.А. Гордиенко, В.И. Дырда, В.О. Забалуев]. – М.–Днепропетровск, 2005. – 355 с.
7. Jones C.G. Organisms as ecosystem engineers / C.G. Jones, J.H. Lawton, M. Shachak // Oikos. – 1994. – Vol. 69. – P. 373–386.