

УДК 504.064+614.31

АНАЛИЗ ПОРИСТОСТИ ГРУНТА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ

*А. В. ЧИКАЛКО**(Представлено: Е. С. БОРОВКОВА)*

Данная статья представляет результаты экспериментальных измерений пористости образцов различных видов почв, взятых на территории г. Браслав. Полученные результаты можно использовать в ходе вычислений и моделирования распространения радионуклидов в почвах.

Введение. В последние десятилетия исследования миграции радионуклидов в грунте приобрели особую актуальность в контексте оценки радиационного воздействия на окружающую среду. Радионуклиды, такие как стронций-90 и цезий-137, обладают высокой мобильностью в почвенной среде и могут представлять опасность для экосистем и человеческого здоровья. Важным аспектом таких исследований является анализ пористости грунта, поскольку точные значения пористости необходимы для последующих вычислений и моделирования распространения радиоактивных веществ. Получение достоверных значений пористости грунта позволит более четко определять пути миграции радионуклидов и их воздействие на окружающую среду, а также разрабатывать более эффективные стратегии мониторинга и управления радиационным загрязнением.

В ходе исследования были получены данные о пористости некоторых почв.

Теоретическая часть. Пористость грунта – это величина, характеризующая отношение объема пор к объему грунта, и может быть выражена в процентах или долях единицы. Коэффициент пористости – это отношение объема пор грунта к объему его скелета. Общая пористость учитывает объем пор, включая поровое пространство, заполненное "связанной жидкостью". В то же время, эффективная пористость учитывает только поры, через которые могут двигаться жидкость или газы.

Понимание значения пористости грунта необходимо для определения путей миграции радионуклидов. Это позволяет прогнозировать, насколько быстро и в каком направлении радиоактивные вещества могут передвигаться в почвенной среде.

Пористость грунта требуется для одной из основных математических моделей, применяемых для изучения перемещения радионуклидов в почвенной среде - уравнении диффузии. Это уравнение описывает процесс распространения радионуклидов в почве под воздействием градиента их концентрации.

Общий вид уравнения диффузии можно записать следующим образом [1]:

$$R = \sqrt{4 \cdot D \cdot t}, \quad (1)$$

где R – глубина распространения (м), t – время (с), D - коэффициент диффузии ($\text{м}^2/\text{с}$).

Это уравнение позволяет предсказывать глубину распространения в почвенной среде в зависимости от времени, что является важной информацией для разработки стратегий мониторинга и контроля за радиационной обстановкой в окружающей среде.

Коэффициент диффузии же вычисляется по формуле [2]:

$$D = \left(\frac{q}{A \cdot \lambda}\right)^2 \cdot \frac{1}{\lambda}, \quad (2)$$

где D – коэффициент диффузии ($\text{м}^2/\text{с}$), q – плотность потока выбранного радионуклида с поверхности грунта ($\frac{\text{Бк}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$), A – удельная активность радионуклида (Бк), η – пористость грунта (отн. ед.), λ – постоянная распада (с^{-1}).

Методы исследования. Для проведения исследования были взяты пробы мха, чернозема, глиняной, песчаной и илистых почв с земельного участка в д. Струсто. Для измерений была взята пластиковая бутылка, у которой удалили горлышко и проделали отверстия в дне (рис. 1).

Получившийся сосуд имел 16 см высоты и с помощью него были произведены следующие операции:

- в сосуд засыпался образец так, чтобы он занимал 10 см высоты;
- в сосуд заливался объем воды 200 миллилитров;
- фиксировалось время, прошедшее с момента заливки воды до того, как она полностью вытечет из отверстий в дне бутылки;
- результаты, полученные в ходе эксперимента, заносились в таблицу (таблица 1).



(слева направо) 1 - мох; 2 - песчаная почва; 3 - илистая почва;
4 - чернозем; 5 - глинистая почва

Рисунок 1. – Исследуемые образцы почв

Таблица 1. – Результаты эксперимента

Название образца	Время
Мох	23 с
Песчаная почва	4 мин 46 с
Илистая почва	3 мин 12 с
Чернозем	3 мин 49 с
Глинистая почва	11 мин 31 с

Полученные данные были предоставлены в виде диаграммы. Они дают нам информацию о скорости прохождения воды через образцы почв. Сравнив значения со значениями пористости грунта, приведенными в таблице (таблица 2) [3].

Таблица 2. – Теоретические значения о пористости различных типов грунта

Название грунта	Пористость грунта, % (мин. и макс. – минимальное и максимальное значения соответственно, ср. – среднее значение)
Гравий и галька	мин. – 19, макс. – 55, ср. – 22-38
Песок	мин. – 20, макс. – 81, ср. – 26-48
Супесь	40-45
Суглинок 45-50	45-50
Глина	мин. – 22, макс. – 91, ср. – 32-60
Лессовидный	мин. – 34, макс. – 64, ср. – 35-50
Илистый	мин. – 35, макс. – 90, ср. – 38-70

Мы получили сравнительные данные теоретических и экспериментальных скоростей прохождения воды через образцы почв. Данные представлены в виде диаграммы (рис. 2).

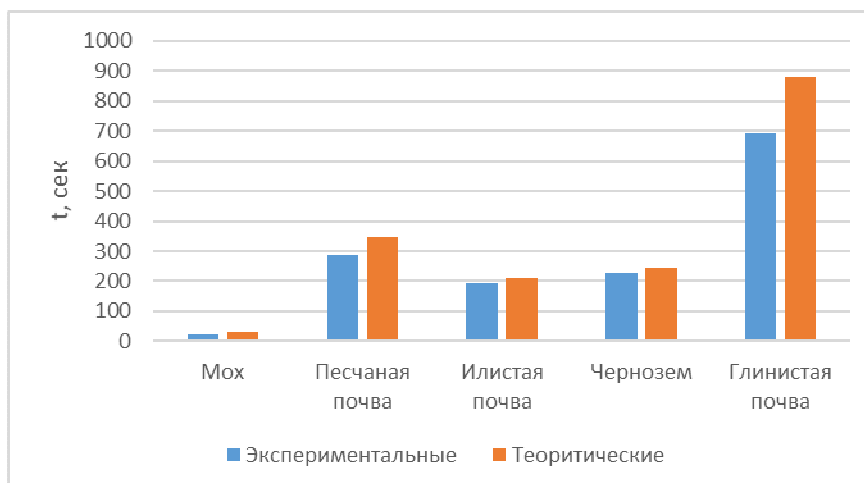


Рисунок 2. – Диаграмма скорости прохождения воды через образцы почв

Заключение. В процессе исследования были установлены значения пористости грунта, которые могут служить константами для математических и компьютерных моделей распространения радионуклидов в почвах. Однако, следует воспользоваться возможностью увеличить выборку, повторив эксперимент с образцами того же типа, но из других районов и областей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-источник: <https://studfile.net/preview/9367060/page:3>
2. Интернет-источник: <https://www.researchgate.net/publication/306355789>
3. Интернет-источник: <https://gruntovozov.ru>
4. Войцицкий И. В., Активность Sr-90 и Cs-137 в почвах Курганской области/ Молодой ученый Международный научный журнал № 2 (292).2020, С. 344-346.
5. Архангельский В.И., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена: практикум/Учебное пособие М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009, 352 с.
6. Игнатов П.А., Верчеба А.А. Радиогеоэкология и проблемы радиационной безопасности: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений Волгоград: Издательский Дом "Ин-Фолио", 2010, 256 с.