

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ
МИГРАЦИИ ТВЕРДОФАЗНОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ
(НА ОСНОВЕ МЕТОДА МАГНИТНОГО ТРАССЕРА)

А.П. Жидкин, А.Н. Геннадиев, Е.Н. Шамшурина*

**Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Москва, gidkin@mail.ru*
DEVELOPMENT OF APPROACHES OF QUANTITATIVE ASSESSMENTS OF VERTICAL
SOIL SOLID PHASE MIGRATIONS (BY MAGNETIC TRACER METHOD)

Zhidkin A.P., Gennadiev A.N., Shamshurina E.N.*

**Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, gidkin@mail.ru*

Важное значение в формировании свойств почв и почвенного покрова имеют процессы радиального перемещения твердофазного почвенного вещества, которые обусловлены разнообразными факторами географической среды. Однако количественные оценки радиального массопереноса в почвах остаются исследованными не в полной мере, в частности в связи с недостаточной разработанностью методов исследования.

Одним из решений данной проблемы является использования различных методов трассеров (Reneau, Dietrich, 1991; McKean et.al., 1993; Reneau, 1998; Roering et. al., 1999; Small et.al., 1999; Heimsath et.al., 2000, 2002; Семенов, Усачева, 2013). В данной работе впервые был использован новый подход, который основан на применении метода магнитного трассера, базирующегося на анализе радиального распределения в почвах сферических магнитных частиц (СМЧ). Происхождение СМЧ – преимущественно техногенное, связанное со сжиганием угля. На территории исследования основными источниками СМЧ, являлись паровые локомотивы, работавшие в конце XIX и начале XX веков. СМЧ поступают в почвы исключительно из атмосферы и их радиальное перераспределение отражает процессы вертикальной миграции твердофазного вещества почв. Физические свойства СМЧ, такие как размер (10-50 мкм) и вес соответствуют свойствам почвенного мелкозема. СМЧ достаточно инертны в химическом плане и могут сохраняться в почвах автономных ландшафтов как минимум сотни лет без видимых признаков разрушения.

Определение содержания СМЧ в почвах основывается на выделении из почвенной массы магнитной фракции и определении под микроскопом доли в ней СМЧ. Морфологические особенности СМЧ позволяют четко диагностировать их на фоне других сильномагнитных минералов. До сих пор СМЧ использовались в основном в качестве трассеров латеральных эрозионных процессов (Геннадиев и др. 2005, 2010, 2013; Olson et.al, 2013 и др.). Применение СМЧ для изучения вертикальной миграции твердофазного вещества почв начато недавно, методические подходы описаны в работе (Жидкин, 2014).

Объекты исследования расположены в Белгородской области, в 15 км к востоку от г. Белгорода, на ключевом участке «Батрацкий» вблизи поселка Батрацкие дачи. На основе анализа исторических карт изменения лесистости исследуемой территории были выбраны три участка с различными условиями землепользования: а) «старая» пашня, освоение которой произошло около 160 лет назад; б) «молодая пашня», освоение которой произошло около 120 лет назад; в) лесной участок, который не распахивался как минимум последние 150 лет. Данные участки расположены на расстоянии 3-4 км друг от друга, что обеспечивает сопоставимость физико-географических условий и почв исследованных участков.

Проведенный анализ СМЧ выявил существенные различия в их радиальном распределении в почвах при разных условиях землепользования. Под лесом отмечается высокая сходимости содержания СМЧ в дублирующих почвенных колонках. Характер радиального распределения аккумулятивно-регрессивный. Содержание СМЧ в верхних слоях варьирует от 11,7 до 23,1 мг/кг. С глубиной их содержание резко уменьшается, в слое 14-21 см варьирует от 4,8 до 5,9 мг/кг, затем снижение становится более плавным. Важно отметить, что СМЧ обнаруживаются во всей исследованной толще лесных почв - даже в слое

63-70 см, хотя их содержание небольшое (всего от 0,3 до 1,3 мг/кг), но СМЧ четко диагностируются, что ярко свидетельствует о большой мощности охвата почвенного профиля педотурбационными процессами под лесом, в среднем до глубины 68 см.

На пашне 120-летнего возраста характер радиального распределения аккумулятивный с плавным, относительно равномерным, снижением содержания СМЧ от 6,2-13,7 мг/кг в верхних слоях до 3,0-8,7 мг/кг – в слое 28-35 см и до 0,1-4,1 мг/кг в слое 42-49 см, ниже по профилю продолжается плавное снижение их содержания. Глубина проникновения на молодой пашне в среднем по трем почвенным колонкам составляет 58 см, что на 10 см меньше, чем под лесом. В отличие от лесного профиля на молодой пашне отмечается сильное варьирование содержания СМЧ в дублирующих колонках на всех глубинах.

На пашне 160-летнего возраста отмечается аккумулятивный характер радиального распределения СМЧ с ярко выраженной однородностью их содержания в пахотном горизонте. Так, содержание СМЧ по глубинам 0-7, 7-14, 14-21 составило сходные значения: в 1 колонке 9,2; 9,6; 9,4 мг/кг, во второй колонке – 5,3; 7,0; 6,1 мг/кг, в третьей колонке 6,8; 8,3; 9,0 мг/кг. Данное распределение можно считать очень однородным по сравнению с отмеченным ранее варьированием содержания СМЧ в почвах под лесом и молодой пашней. Глубина проникновения СМЧ под «старой» пашней еще меньше, чем на других участках и составляет в среднем лишь около 49 см.

На основе радиального распределения СМЧ была разработана методика расчета вертикальной нисходящей миграции твердофазного вещества почв (V), описываемая следующей формулой:

$$V = \frac{(Z - Z_1) * M_1 + (Z - Z_1 - Z_2) * M_2 + \dots + (Z - Z_1 - Z_2 - \dots - Z_n) * M_n}{Z + T}, \text{ где}$$

ΣZ – суммарный запас СМЧ в почвенном профиле (г/м² в слое), Z_n – запас СМЧ в слое n (г/м² в слое), M_n – мощность слоя n, T – период нахождения СМЧ в почвах (лет),

Скорости проникновения СМЧ вглубь почв составили: в лесной почве 0,15-0,17 см/год; на пашне 120-лет использования 0,14-0,20 см/год; на пашне 160-лет использования 0,14-0,18 см/год.

Темпы вертикальной миграции твердофазного вещества почв, рассчитанные по указанной формуле с добавлением данных о послойных плотностях почв составили следующие значения: в лесной почве 19 т/га в год; на пашне 120-лет использования 22 т/га в год; на пашне 160-лет использования 24 т/га в год.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в ряду лес, «молодая» пашня, «старая» пашня отмечается тренд в увеличении темпов вертикальной миграции твердофазного вещества почв, однако различия не большие, всего 1,2-1,3 раза. Также в данном ряду почв проявляется четкий тренд в глубине проникновения СМЧ – 68, 58 и 49 см.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ №14-05-31141

Литература

1. Жидкин А.П. Применение техногенных магнитных меток в качестве индикатора педотурбаций пахотных и целинных почв // Экология и биология почв. Материалы международной научной конференции. Ростов-на-Дону. 2014. 276-280