

## ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВЕННОЙ АГРЕГАЦИИ

Н.А. Васильева<sup>1</sup>, А.А. Владимиров<sup>1,5</sup>, А.П. Смирнов<sup>3</sup>, С.А. Матвеев<sup>3</sup>, Е.Е. Тыртышников<sup>4</sup>,  
А.В. Юдина<sup>1,2</sup>, Е.Ю. Милановский<sup>1,2</sup>, Е.В. Шеин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва; <sup>2</sup>Факультет почвоведения, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; <sup>3</sup> Факультет вычислительной математики и кибернетики, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; <sup>4</sup>Институт вычислительной математики, Москва;

<sup>5</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

e-mail: nadezda.vasilyeva@gmail.com

Почвенные биохимические взаимодействия на микроуровне, происходящие в обратной связи с физической агрегацией частиц, приводят к формированию почвенных режимов, наблюдаемых на макроуровне. Это важное явление является интересным случаем самоорганизации в сложных системах. В настоящем исследовании мы разработали физически-обоснованную математическую модель почвенной агрегации, учитывающую известные биологические нелинейные обратные связи с физическими факторами среды. Согласно нашим предшествующим экспериментальным исследованиям, средство органического вещества к воде является важным свойством, влияющим на структуры почвы. Поэтому, смачиваемость органического вещества почвы принята за основной критерий различия между типами органического вещества в нашей модели. Локальная часть математической модели сформулирована в виде системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, включающих кинетические уравнения реакций для биологических процессов и коагуляции/адсорбции/адгезии и уравнения агрегации-фрагментации типа Смолуховского. Для параметризации модели применен быстрый алгоритм численного решения для такого типа уравнений, разработанный авторами. В дополнение к собственным экспериментальным и литературным данным распределений агрегатов по размеру в почвах с известными физическими свойствами, для параметризации данной модели поставлен специальный эксперимент по получению распределений микроагрегатов по размеру с применением лазерной дифрактометрии и анализа формы капли и теплоты смачивания. Настоящая динамическая модель почвенной агрегации разрабатывается далее как распределенная модель для описания формирования структуры в почвенном профиле. Полная модель имеет целью описание механизмов влияния почвенной структуры на скорость разложения органического вещества на макроскопическом уровне (оцениваемого по величине гетеротрофного дыхания почвы и устойчивому динамическому равновесию содержания в ней органического вещества) и прогнозирование изменений почвенных свойств при внешних воздействиях.