

Водный режим зоны аэрации геохимически сопряженных почв Приобского плато в условиях орошения

Н. А. ШАПОРИНА

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099, Новосибирск, ул. Советская, 18
E-mail: chas30@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В подавляющем большинстве работ, посвященных изучению водного режима почв, объектами наблюдений оказывались единичные почвы либо как точечные, либо как одномерные образования. При этом не учитывался характер пространственной организации соответствующих процессов. Связано это с недостатками традиционных методов исследований водного режима. В работе представлены результаты наблюдений за динамикой увлажнения геохимически сопряженных почв Приобья при их орошении с использованием метода нейтронной влагометрии.

Ключевые слова: водный режим, черноземы, зона аэрации, Приобье, нейтронная влагометрия.

Исследование почвенного покрова как трехмерной системы, функционирующей в пространстве и времени, с тесными геохимическими связями между отдельными компонентами предполагает прежде всего изучение водного режима зоны аэрации и связанных с ним процессов миграции влаги, поскольку именно они определяют различного рода массопереносы, т. е. в итоге – формирование и трансформацию структуры почвенного покрова. Водный режим геохимически сопряженных почв как совокупность всех поступлений влаги в соответствующее почвенное пространство, ее передвижения в этом пространстве и расхода из него – наименее разработанная проблема из всего комплекса проблем исследования водного режима. Традиционно используемые средства изучения водного режима нельзя считать пригодными для изучения почвенного покрова как трехмерного образования из-за их малой пространственной разрешающей способности. Накопленные к насто-

ящему времени результаты характеризуют водный режим почв как одномерных почвенных образований. Совершенно очевидно, что и методы проведения режимных наблюдений, и способы представления результатов не могут быть одинаковыми для одно-, двух- и трехмерных систем, и необходимость поисков в этом направлении не вызывает сомнений.

Наблюдения за динамикой увлажнения чаще всего велись и ведутся до сих пор путем отбора почвенных образцов буром с последующим определением влажности термостатно-весовым методом. Элементарными телами опробования при этом являются буровые образцы, изымаемые из почвенной толщи через определенные интервалы. Почвенная толща в пределах буровой скважины рассматривалась как почва, а вертикальная последовательность значений влажности – как профиль влажности этой почвы. В следующий срок скважина должна была располагаться в другом месте, а это, исходя из вышесказанного, уже другая почва. Поэтому мы фактически получали профильное распределение

влажности в нескольких почвах и имели дело с почвенным покровом в границах участка, где располагались скважины. Однако с этих позиций данные не рассматривались, они усреднялись, а результаты характеризовали водный режим, к примеру, чернозема выщелоченного как единичной одномерной почвы.

Состояние увлаженности двухмерного почвенного пространства, где одна из осей вертикальна, отображается в почвоведении очень давно с помощью топоизоплет. Однако это в основном одномоментные картины состояния увлаженности профиля в почвенном покрове, которые демонстрируют прежде всего неодинаковость водного режима в отдельных точках почвенного покрова. Развитие этих картин во времени может показать режим влажности двухмерного почвенного образования, однако таких работ практически нет, как нет работ по режиму влажности почвенной толщи как трехмерной системы.

В задачи наших исследований входила постановка экспериментов по наблюдению за водным режимом почвенно-грунтовой толщи как многомерного образования с использованием метода нейтронной влагометрии. Исследования проводились в лесостепной левобережной части Приобья на водораздельных увалах р. Ирмень. Объектами исследований служили определенного размера участки почвенного покрова, закладываемые на сходных элементах рельефа и содержащие в своем составе количественно близкий набор черноземов по основным морфометрическим параметрам профиля. Исследованиями лаборатории генезиса и географии почв Института почвоведения и агрохимии СО РАН (ИПА СО РАН) выявлена закономерная связь пространственного распределения подтипов черноземов, организованных в почвенные нанокатены, со строением поверхности водоразделов Приобского плато [1]. Авторами разработана гипотеза, суть которой сводится к более глубокой оценке подзонального почвенного содержания для территорий, сложенных высокодисперсными осадочными отложениями, обеспечивающими тесную геохимическую связь между компонентами нанокатены. По мнению авторов, именно она должна быть признана зональной для лесостепи Приобья. Внутренняя микрозональность, выделяемая в пределах подзоны, обуславливается поверх-

ностным и внутрипочвенным перераспределением атмосферной влаги внутри нанокатены и, следовательно, дифференциацией влаги и теплосодержания, водного и температурного режимов.

На основе сопряженного топографического и почвенного картирования обнаружено, что в нанодепрессиях в Приобье формируются черноземы оподзоленные (иногда даже темно-серые лесные, на наноповышениях – черноземы обыкновенные). Промежуточные (по существу транзитные) позиции занимают черноземы выщелоченные, которые составляют фоновое-зональное образование почвенного покрова лесостепи Приобья. Долевое участие отдельных подтипов черноземов в структуре почвенного покрова неравноценно: 60–65 % составляют черноземы выщелоченные, по 15–25 % приходится на черноземы оподзоленные и обыкновенные, не более 10–15 % – на серые лесные почвы. Специальными исследованиями установлено, что в пределах водораздельных поверхностей Приобского плато полный набор таксонов на уровне подтипов и размах колебаний основных морфометрических параметров их профиля обнаруживаются на площади 0,1–0,25 га, поэтому размер площади эталонных участков был принят 0,3 га.

В процессе почвенного картирования получена картина глубины залегания карбонатного горизонта по всем эталонным площадкам. Так как известно, что с глубиной вскипания в черноземах связывают среднюю многолетнюю глубину промачивания, то мы получили картину глубины промачивания черноземов на плакорных поверхностях в Приобье. Последняя варьирует от 30–40 до 150–170 см на расстоянии 50–60 м (рис. 1), что свидетельствует о весьма и весьма неодинаковом водном режиме на сравнительно небольшой площади.

Метод нейтронной влагометрии, который использовался в наших экспериментах, предполагал установку стационарных скважин с обсадными трубами, куда опускался датчик, фиксируемый для замера через каждые 10 см. Метод лишен главного недостатка, присущего традиционным методам, – необходимости изменения от срока к сроку местоположения скважины. Кроме того, он позволял определять влажность в выбранной точке без нарушения структуры почвы с какой угодно

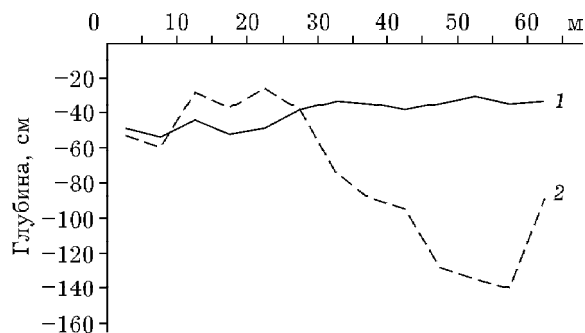


Рис. 1. Кривые мощности гумусового горизонта и глубины залегания карбонатного горизонта в черноземах Приобья: 1 – нижняя граница гумусового горизонта, 2 – глубина залегания карбонатного горизонта

частотой. В первом эксперименте обсадные трубы установлены на орошаемом массиве вдоль нанокатены от обыкновенных черноземов через выщелоченные к оподзоленным. Определения влажности проводились через 3, 6, 12, 24 ч после полива и далее ежедневно до следующего полива.

Прежде чем представить результаты определений, следует отметить одну из особенностей почвенно-грунтовых толщ Приобья, которая существенно влияет на процессы внутрипочвенного перераспределения влаги, особенно в условиях орошения. Дело в том, что карбонатный горизонт в условиях Приобья более уплотнен по сравнению с выщележащими горизонтами и обладает пониженной водопроницаемостью (35 мм за третий час наблюдений против 50–60 мм в пахотном и подпахотном горизонтах). Кроме того, как говорилось выше, поверхность карбонатного горизонта имеет рельеф, отличающийся большим размахом высот (110–120 см). Предположим, что при определенных условиях в надкарбонатной зоне возможно формирование горизонта подпертой гравитационной влаги, которая будет стекать по уклонам карбонатного горизонта в депрессии. Исследования показали, что такие ситуации нередки в холодные и влажные годы и при массивных поливах. Так, 2 августа 1987 г. определение влажности через 3 ч после полива показало аккумуляцию 76–100 мм влаги, что соответствовало совершенно не обоснованной поливной норме 700–1000 м³/га. Вся поступившая влага распределилась в слое от поверхности до 80 (100) см, т. е. до границы карбонатного

горизонта. Метровая толща черноземов содержала при этом от 30 до 80 мм гравитационной влаги.

Предположения о возможном боковом внутрипочвенном стоке подтверждаются сезонными наблюдениями за динамикой pH водного, проведенными на тех же объектах Т. Ф. Зайцевой [2]. Согласно им, черноземы микроповышений функционируют при наиболее высокой щелочности среды в профиле (pH 8,10–8,77). Такая ситуация может иметь место при постоянном бикарбонатообразовании, локализованном в гумусовом профиле и являющемся следствием наиболее активно протекающих в этих черноземах процессов минерализации. Насыщенность почвенного раствора бикарбонатами – соединениями высокой миграционной способности, совмещение гумусового и карбонатного профилей возможны при чередовании циклов увлажнения и иссушения с некоторым превышением восходящей миграции. Именно такой режим зафиксирован длительными сезонными наблюдениями в черноземах микроповышений в Приобье.

Кривые профильного распределения pH черноземов микро- и нанодепрессий во все годы наблюдений смещены в область наименьшего значения этого параметра. Данные почвы осуществляют функции выноса растворимых соединений, в том числе бикарбонатов кальция, за пределы почвенной толщи. А вот в профиле черноземов, занимающих транзитные позиции (черноземы выщелоченные), наблюдается периодическая насыщенность бикарбонатами кальция жидкой фазы бескарбонатной, безгумусовой толщи, что противоречит их генезису. Это явление можно объяснить главным образом боковым притоком бикарбонатов от черноземов положительных элементов микрокомбинаций [2].

В сухие, теплые годы в межполивные периоды после сброса гравитационной влаги элементы нанокатен просыхают неравномерно. Значительно быстрее и сильнее просыхает профиль почв микроповышений. Создаются градиенты увлажнения, включающие капиллярный механизм движения влаги, который в лессовидных суглинках Приобья хорошо выражен. На рис. 2 представлено распределение влажности в нанокатене в виде топоизоплет весной 1985 г. и осенью 1989 г., весьма показательное в этом плане. Как ви-

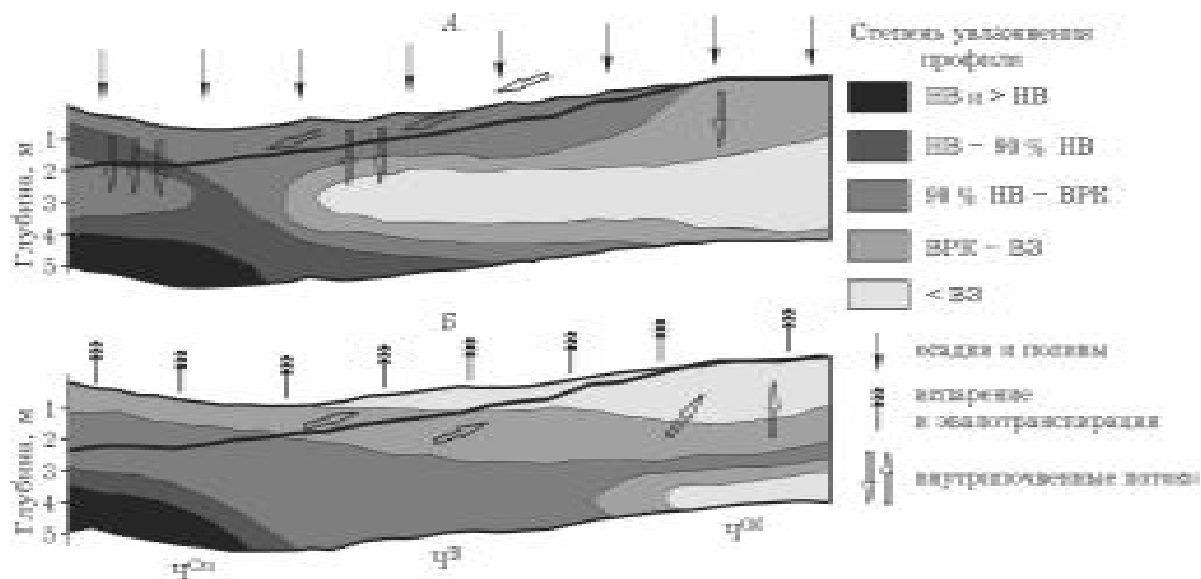


Рис. 2. Топоизоплеты влажности в профиле черноземов нанокатены на орошаемом массиве. А – после полива; Б – межполивной период (длина профиля 40 м)

дим, градиенты увлажнения здесь направлены не только вертикально вверх, но и горизонтально от нанодепрессий к наноповышениям. Значит, наряду с восходящей миграцией влаги существует боковая с направлением, противоположным гравитационным потокам.

Таким образом, в Приобье складывается определенная картина миграции влаги в пределах нанокатен в условиях орошения. Во влажные холодные годы при неумеренных поливах преобладают как нисходящие, так и боковые гравитационные потоки в надкарбонатной зоне от наноповышений к нанодепрессиям. В сухие и теплые периоды меняются механизм передвижения влаги и направление потоков. При этом водные режимы элементов нанокombинаций существенно различаются, а именно: в нанодепрессиях в любое по увлажнению годы преобладают нисходящие токи (промывной тип водного режима); на повышенных элементах циклы увлажнения и иссушения чередуются при некотором превышении восходящей миграции; на транзитных позициях возрастает доля горизонтальной миграции влаги, в связи с чем значительно активизируются геохимические связи между элементами нано- и микрокомбинаций. Изложенное подтверждает, что изучение водных режимов отдельных почвенных разностей совершенно недостаточно для понимания функционирования почвы как природного тела в его многомерном пространстве.

Следующий эксперимент предполагал исследование водного режима в трехмерном пространстве. Точки наблюдений разместили сеткой 5 × 5 м по всей площади эталонного участка до глубины 1 м. В результате получили трехмерную картину увлажненности почвенной толщи размером 60 × 60 × 1 м и развитие этой картины во времени, что оказалось весьма интересным и перспективным с точки зрения анализа процессов миграции влаги на качественном уровне (в том числе и внутрислойной горизонтальной). На рис. 3 представлены послойные (через 10 см) топоизоплеты влажности эталонной площадки на орошаемом массиве в два контрастных по уровню увлажнения периода – межполивной и сразу после обильного полива. Четко выразилась дифференцированность почвенного покрова по влажности как на поверхности, так и практически на всех глубинах до 1 м. Даже после массивованного полива верхние слои увлажнены неравномерно, что свидетельствует о поверхностном перераспределении поливной воды по элементам нанокатены. Отчетливо прослеживается сразу после полива гравитационная влага над плужной подошвой, обладающей меньшей водопроницаемостью, чем пахотный горизонт. Исследования показали, что задержка может составлять от 0,5 до 1,5 ч после полива. При наличии уклонов эта влага непременно будет стекать в направлении к оподзоленным

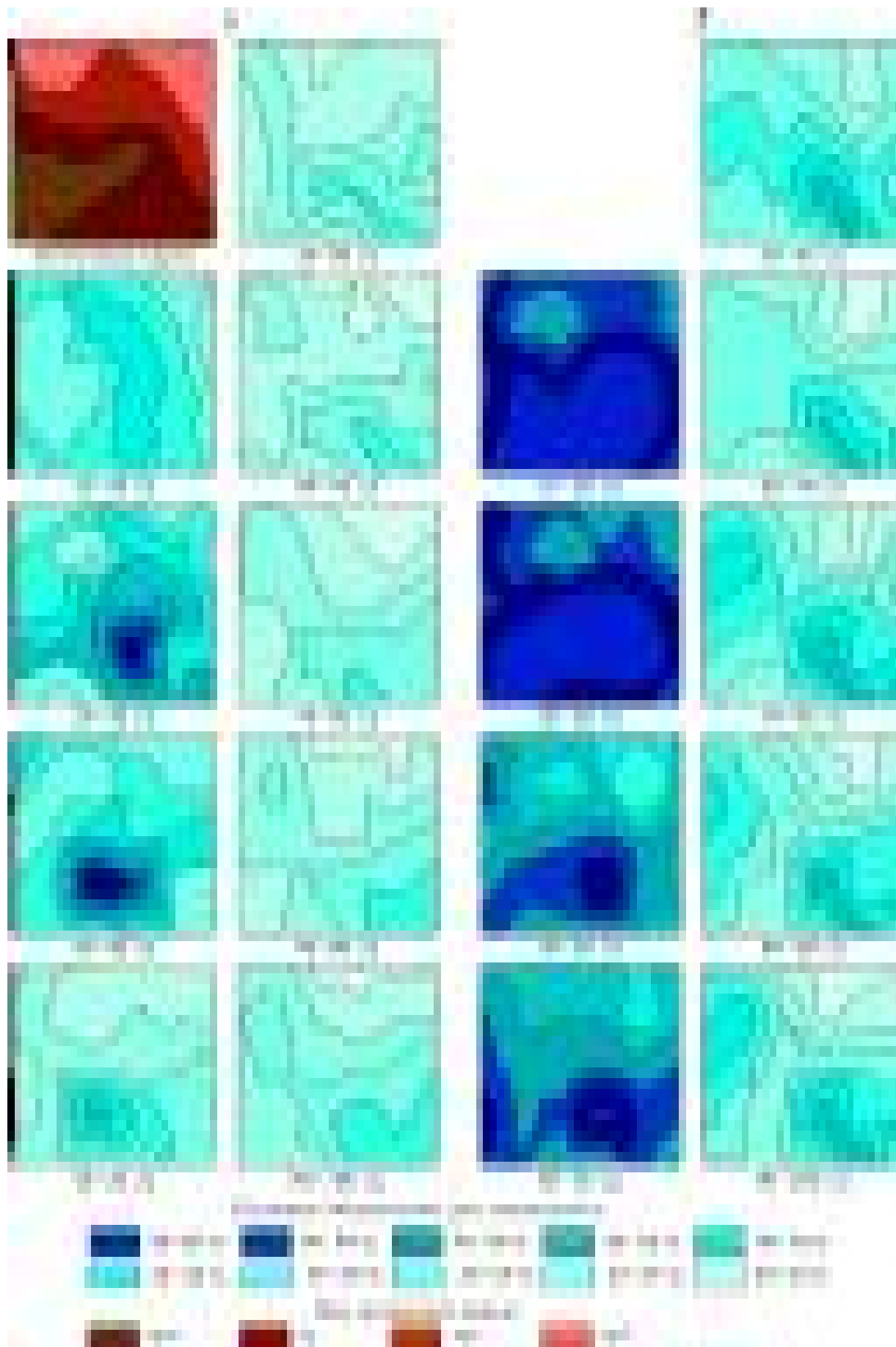


Рис. 3. Послойные топоизоплеты влажности (% от массы почвы) зоны аэрации на орошаемом массиве. А – межполивной период; Б – после полива

черноземам, занимающим пониженные элементы нанорельефа. Так же, как в предыдущем, в этом эксперименте наблюдалась задержка влаги в надкарбонатной зоне в течение 3 ч после полива. Сопряженный анализ горизонтальных и вертикальных топоизоплант, а также хроноизоплант по вертикальным срезам подтвердил сделанные нами выводы о существенном различии водных режимов элементов наноккомбинаций. В связи с этим же возникают трудности с типологией водного режима почвенного покрова в тех или иных заданных границах. Этот вопрос очень мало изучен и наиболее существенно – в работах Е. А. Дмитриева [3, 4].

По его мнению, режим почвенного покрова должен определяться режимом всех смежных расположенных отдельных почв в пределах соответствующего почвенного пространства. Значит, типология режимов почвенного покрова может строиться на основе наличия и долевого участия отдельных классов режимов почв, а может быть, и топографии размещения почв с разными режимами в пространстве. В связи с этим он предлагает целый ряд возможных типов водного режима почвенного покрова. Используя эту классификацию, которая, по словам автора, является лишь первым приближением и не претендует на завершенность, можно определить тип водного режима богарных массивов Приобья с учетом долевого участия подтипов черноземов и складывающихся на них водных режимов как периодически промывной локально непромывной. На орошаемых массивах в связи с тем,

что черноземы нанодепрессий начинают функционировать в промывном режиме, водный режим почвенного покрова в границах оросительной системы трансформировался в периодически промывной локально промывной.

Таким образом, можно заключить, что необходимость изучения водного режима почвенного покрова как многомерной системы со всеми проявлениями миграции влаги не вызывает сомнений, поскольку именно эти процессы имеют определяющее влияние на состав, свойства, структуру почвенного покрова и трансформацию последнего при антропогенном воздействии. Традиционные средства изучения водного режима можно считать малоприспособленными для исследования почвенно-покровных образований из-за малой пространственной разрешающей способности и невысокой мобильности. Использование метода нейтронной влагометрии позволило существенно расширить возможности динамических наблюдений за влажностью и ставить эксперименты таким образом, чтобы максимально учитывать естественные закономерности строения почвенного покрова, связанные с гидрологией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. В. Ковалев, Т. Ф. Зайцева и др., Тез. докл. науч. конф. "Земельно-оценочные проблемы Сибири и Дальнего Востока", Барнаул, 1986, 112–115.
2. Т. Ф. Зайцева, *Почвоведение*, 1995, 7, 830–839.
3. Е. А. Дмитриев, Там же, 1994, 5, 5–13.
4. Е. А. Дмитриев, Там же, 1996, 5, 667–677.

Water Schedule of the Aeration Zone of Geochemically Conjugated Soils of the Near-Ob Plateau under the Conditions of Irrigation

N. A. SHAPORINA

*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS
630099, Novosibirsk, Sovetskaya str., 18
E-mail: chas30@mail.ru*

In the majority of works dealing with the investigation of the water schedule of soils, the objects of observations were single kinds of soil as either point or one-dimensional formations. In this situation, the character of the spatial arrangement of the corresponding processes was not taken into account. This is connected with the shortcomings of the traditional methods of water schedule investigation. In the present work, the results of observations of the dynamics of wetting of geochemically conjugated soils of the Near-Ob region under irrigation using the neutron moisture metering method are described.

Key words: water schedule, black soil, aeration zone, Near-Ob region, neutron moisture metering.