

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАГОПЕРЕНОСА В ПОДЗОЛИСТЫХ И ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ В ОСЕННИЙ И ВЕСЕННИЙ ПЕРИОДЫ МЕТОДОМ РАДИОАКТИВНЫХ ИНДИКАТОРОВ

В. В. РАЧИНСКИЙ, А. Д. ФОКИН, В. А. ТОРМАСОВ, С. А. ТАЛДЫКИН

(Кафедра прикладной атомной физики и радиохимии и кафедра почвоведения)

Изучению водного режима почв постоянно уделяется огромное внимание. Обстоятельные стационарные исследования почв таежно-лесной зоны были выполнены на территории Центрального лесного заповедника в Калининской области [1, 2, 10]. В настоящее время такие работы ведутся на Валдайском, Ленинградском, Тимирязевском и других стационарах. Однако вопрос о внутрипочвенном передвижении воды в зоне неполного насыщения до сих пор недостаточно изучен. Между тем режим переноса влаги, направление и скорость реальных потоков воды определяют характер абиогенной миграции разнообразных веществ в почвах, в том числе элементов минерального питания, а также различных загрязняющих веществ. Традиционные методы исследования водного режима на стоковых и водобалансовых площадках, а также наблюдения за динамикой влажности не могут дать однозначного представления о потоках влаги в почве. Известные специалисты по водному режиму лесо-таежных почв И. С. Васильев и А. А. Роде [3], характеризуя традиционные методы исследования водного режима почв, отмечают, что даже при условии изучения и измерения всех его элементов эти методы не дают исчерпывающей картины режима. Использование изотопноиндикаторного метода в отличие от традиционных позволяет изучать непосредственно потоки влаги в почве [6, 7, 8, 12].

В подзолистых почвах влага наиболее интенсивно передвигается осенью и весной. Влага летних осадков практически полностью расходуется на физическое испарение и транспирацию растениями. В это время в зоне неполного насыщения преобладают восходящие потоки воды. В зимние месяцы, особенно в условиях промерзания верхних горизонтов, нисходящее передвижение влаги также очень мало.

Настоящее сообщение посвящено исследованию особенностей нисходящей миграции воды в почвах легкого и тяжелого механического состава южной тайги в осенний и весенний периоды. В качестве метки воды использован анион  $\text{Cl}^{1-}$ , меченный изотопом  $^{36}\text{Cl}$  (в форме  $\text{NaCl}$ ). Возможность применения этого изотопа в качестве метки воды в дерново-подзолистых почвах и ограничения, связанные с его использованием, обоснованы в литературе [3, 6—8, 12].

### Объекты и методика исследований

Эксперимент проводили в полевых стационарных условиях в Московской области и в модельных опытах с почвенными колоннами ненарушенного сложения. Для натуральных наблюдений были выбраны 4 площадки в типичных по ландшафту условиях.

Площадка 1 расположена на выровненном плакоре в еловом лесу. Участки сомкнутого ельника чередуются со смешанным елово-березовым лесом с примесью осины. Почва подзолистая, тяжелосуглинистая, оглеенная, сформированная на покровном суглинке мощностью не менее 2 м. Суглинки подстилаются бурыми валунными моренами.

Площадка 2 заложена на пашне в 500 м от площадки 1. Почва представляет собой хорошо окультуренный аналог описанной выше почвы.

Площадка 3 расположена в еловом лесу на пониженной равнине, образованной древнеаллювиальными и озерными последлениковыми отложениями. Почва дерново-подзолистая, иллювиально-железистая, супесчаного механического состава, оглеенная.

Площадка 4 заложена на пашне и представляет собой окультуренный вариант дерново-подзолистой иллювиально-железистой почвы.

На площадках 1 и 2 работы по изучению переноса влаги были начаты с осени 1976 г., на площадках 3 и 4—с осени 1977 г.

В осенний период наблюдения проводили с первых чисел октября и до промерзания почвы (обычно в конце декабря), весной—от начала снеготаяния (март) до полного схода снега и талых вод с поверхности почвы (май). Объем меченой воды вносили на поверхность почвы или на заданную глубину. Исходная зона меченой воды имела небольшой объем, ее приближенно можно рассматривать как точечную.

Пространственное распределение активности в почве изучалось через заданные промежутки времени способом «снятия слоев». При получении пространственной картины распределения метки воды в опытах 1976 г. число проб не превышало 200 на каждую точку внесения. С осени 1977 г. их число увеличивалось до 300—400, что, естественно, позволило получить более точную картину пространственного распределения меченой воды. Но и в этом случае улавливались лишь общие очертания зоны меченой воды в почве. Более тонкие наблюдения с выявлением трещинной локализации переноса влаги удалось сделать на модельном опыте с использованием почвенных колонок ненарушенного сложения.

Все радиометрические измерения проводили на торцовых счетчиках типа Т-25-БФЛ или СБТ-13.

Для модельного изучения переноса влаги в почвенных колонках ненарушенного строения отбирали монолиты размером 15×15×100 см, слегка подсушивали и стенки их покрывали эпоксидной смолой для предотвращения пристенной фильтрации. Влажность монолитов была различна, меченая вода подавалась непрерывно в количестве 2,5 л при высоте столба над поверхностью почвы 2—3 см.

Первый опыт был проведен с тяжелосуглинистой подзолистой почвой в состоянии естественного увлажнения. Вода подавалась в колонку до появления первых капель на выходе. Распределение метки в колонке изучалось сразу же после окончания опыта. На монолиты были срезаны две соседние боковые стенки. На обнажившихся гранях монолита тщательно зарисовывалась топография трещин и одновременно изучалось распределение метки по поверхности. Всего было отобрано 800 проб почвы объемом по 2 см<sup>3</sup>. Затем монолит послойно разбирали на 5-сантиметровые секции, почву высушивали и из тщательно перемешанной при растирании массы отбирали образцы (1 г) для радиометрических измерений. Во всех остальных опытах изучалось только послойное распределение меченой воды.

### Результаты исследований

Ниже приводятся полученные по общепринятым для дерново-подзолистых почв методикам значения основных параметров, характеризующих физико-химические свойства исследуемых почв.

Из табл. 1 видно, что исследуемые почвы площадок 1 (2) и 3 (4) значительно различаются по механическому составу, при этом у них сохраняются типичные зональные признаки. О характере миграции воды можно судить по водно-физическим свойствам исследуемых почв, представленным в табл. 2.

## Гранулометрический состав почв

Генетический горизонт и глубина, см	Потери от обработки HCl, %	Содержание, % механических фракций, мм					
		1,0	1—0,05	0,05— —0,01	0,01— —0,001	0,001	
Площадка 1							
A <sub>1</sub> A <sub>0</sub> ,	3—9	2,1	0,8	13,4	40,3	24,1	19,3
A <sub>2</sub> ,	9—28	4,1	4,0	7,3	47,3	20,4	14,9
A <sub>2</sub> B,	28—50	3,5	2,8	5,6	41,4	22,4	25,2
B,	50—76	3,6	3,4	5,4	42,7	17,2	27,7
Площадка 3							
A <sub>1</sub> ,	5—18	1,3	6,0	51,5	22,3	13,4	5,7
A <sub>2</sub> ,	19—44	1,4	3,4	54,2	25,3	13,5	5,2
A <sub>2</sub> B,	44—65	1,2	3,2	50,0	24,4	13,2	8,0
B,	65—89	1,3	5,3	56,2	21,4	10,0	5,8

Таблица 2

## Водно-физические свойства почв

Генетический горизонт и глубина, см	Удельная масса	Объемная масса	Пори- стость	Наимень- шая вла- гоем- кость	Влаж- ность разрыва капилляр	Связанная вода	Водопр- ниае- мость, мм/см <sup>2</sup> в 1 мин	
	г/см <sup>3</sup>							% об.
Площадка 1								
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> ,	4—9	2,61	1,18	54,1	32,7	23,1	12,7	—
A <sub>2</sub> ,	18—23	2,68	1,50	44,1	30,9	19,8	9,3	—
A <sub>2</sub> B,	35—40	2,70	1,56	42,2	34,7	19,5	9,5	—
B,	65—70	2,70	1,54	42,8	33,2	18,7	11,7	—
Площадка 3								
A <sub>1</sub> ,	10—15	2,65	1,05	59,6	34,2	24,3	9,5	8,8
A <sub>2</sub> ,	25—30	2,65	1,60	39,5	26,9	16,9	6,2	1,1
A <sub>2</sub> B,	50—55	2,65	1,75	35,1	29,0	23,6	7,4	0,33
B,	75—80	2,65	1,56	40,0	23,6	12,5	4,9	5,6

Важную роль в процессах водосолеобмена, трансформации и передвижения веществ в биогеоценозах играют химический состав почвы и ее сорбционные свойства. Приведенные в табл. 3 данные дают представление о некоторых физико-химических показателях исследуемых почв.

Морфологическое строение, фазовый состав (рис. 1) и водно-физические свойства почв легкого и тяжелого механического состава весьма различны, но эти почвы имеют много общих черт, связанных с их генезисом. Плотность тех и других почв (исключая верхние гумусированные горизонты) превышает 1,5 г/см<sup>3</sup>, пористость колеблется в пределах 35—40 % для супесчаных и 42—44 % для тяжелосуглинистых почв, уменьшаясь в горизонтах A<sub>2</sub>B. Основная часть пор (35—80 % общей пористости) — это неактивные микропоры (<3,5 мкм по классификации Н. А. Качинского), занятые обычно малоподвижной и связанной водой, влагопроводность которых составляет лишь 1 % влагопроводности активных капиллярных пор и на 4 порядка ниже влагопроводности гравитационных пор [13, 14].

Гравитационная пористость (>600 мкм), обуславливающая влагопроводность почвы при инфильтрации осадков, составляет незначительную часть общей пористости (рис. 1). Вероятность прослежива-

Основные химические свойства почв

Генетический горизонт и глубина, см	Гумус, %	рН <sub>вод.</sub>	рН <sub>сол.</sub>	Н <sub>об.</sub>	Н <sub>г</sub>	Сумма поглощенных оснований	G
Площадка 1							
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> , 3—9	3,8	4,5	3,9	2,3	16,3	4,1	20,4
A <sub>2</sub> , 9—28	2,1	4,7	4,0	3,5	8,4	9,1	17,5
A <sub>2</sub> B, 28—50	0,6	4,5	4,0	3,1	7,3	10,1	17,4
B, 50—76	0,5	4,5	3,9	2,6	6,6	11,0	17,6
Площадка 3							
A <sub>1</sub> , 5—18	1,4	4,9	4,5	1,4	3,1	0,8	3,9
A <sub>2</sub> , 18—44	0,6	4,7	4,3	1,3	2,2	0,5	2,7
A <sub>2</sub> B, 44—66	0,7	4,9	4,4	1,4	2,4	0,7	3,0
B, 66—89	0,5	5,0	4,5	1,4	2,1	0,6	3,5

ния крупных пор вниз с увеличением их протяженности уменьшается и, если они выклиниваются, влагопроводность почв резко снижается. Например, при 5-кратном уменьшении числа гравитационных пор в горизонтах A<sub>2</sub>B по сравнению с горизонтом A<sub>1</sub> водопроницаемость уменьшилась в 27 раз (рис. 1 и табл. 2).

Количество активных капиллярных пор (3,5—600 мкм), определяющих внутрпочвенное передвижение влаги посредством менисковых сил, весьма значительно в супесчаных почвах (20—23 % об.

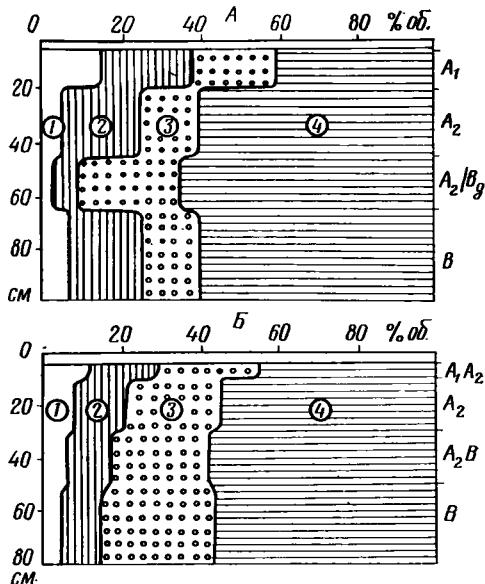


Рис. 1. Фазовый состав почвы (% об.) в состоянии предельного влагонасыщения.

A — песчано-супесчаная почва; B — тяжелосуглинистая почва; 1 — газообразная фаза; 2 — влага в активных капиллярах (>3,5 мкм); 3 — влага в микрокапиллярах и различные формы связанной влаги; 4 — твердая фаза почвы.

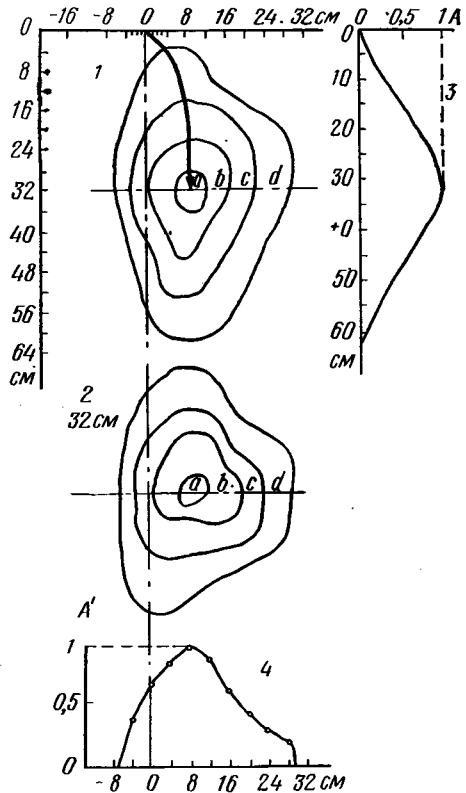


Рис. 2. Пространственная картина передвижения и распределения меченой влаги, проникшей в тяжелосуглинистую подзолистую почву с зимне-весенними осадками.

a — уровни удельной активности почвы от 75 до 100 % к максимальной; b — от 50 до 75; c — от 25 до 50; d — до 25 %; 1—4 — см. в тексте.

за исключением горизонта  $A_2B$ ) и намного ниже в суглинистых (10—13 % об.). Влагодпроводность этих пор примерно на два порядка ниже влагодпроводности гравитационной пористости.

Распределение меченой воды в толще почвы определялось различными способами. На рис. 2 в качестве примера показан один из вариантов обработки данных по переносу меченой воды зимне-весенними осадками на площадке 1 в 1978 г.

Часть рисунка (1) характеризует распределение метки (активности) на вертикальном срезе через зону с максимальной активностью в центре фигуры. Замкнутые линии (изолинии) разграничивают зо-

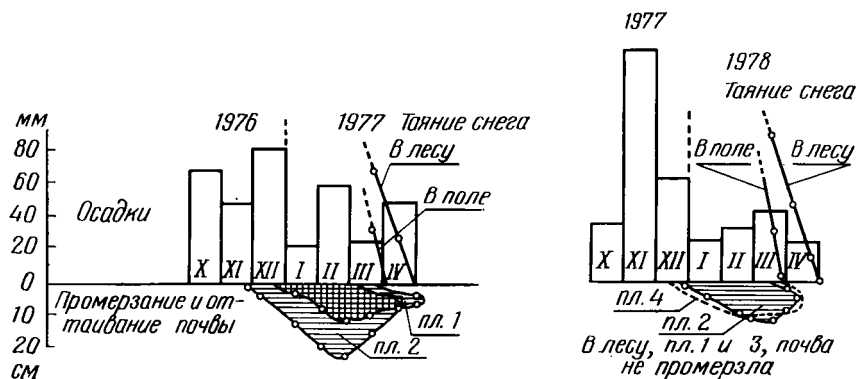


Рис. 3. Метеорологические условия за период проведения полевых наблюдений.

ны, имеющие различный уровень активности и, следовательно, различное поступление меченой воды.

На этом же рисунке (2) показано распределение метки на горизонтальном срезе, также сделанном через зону с максимальной активностью, глубина которой указана в сантиметрах.

На рис. 2 (3) дано вертикальное распределение меченой воды по суммарной активности отдельных слоев почв. Положение максимума на данной кривой характеризует среднестатистический путь меченой воды от точки внесения индикатора.

Наконец, кривая 4 показывает горизонтальное распределение метки на глубине среза.

Из приведенного примера видно, что при выпадении осадков имеет место не только вертикальная миграция воды вниз по профилю, но и ее боковое смещение (БС). Последний показатель может быть охарактеризован количественно как отношение отклонения центра максимума от вертикали, направленной от точки внесения (отрезок А) к максимуму нисходящего передвижения (отрезок В). Сам же путь и направление перемещения меченой воды с некоторой условностью можно показать в виде стрелки.

Размытое «диффузное» распределение меченой воды в почве объясняется различными причинами, одной из которых является, по-видимому, анизотропность почвы, проявляющаяся в данном случае в наличии трещинной локализации переноса влаги. Скорость потоков по трещинам (как будет показано ниже) значительно превышает среднестатистические значения скоростей, устанавливаемых по максимуму.

Специфика переноса воды в различные сезоны определяется прежде всего метеорологическими условиями — количеством и характером осадков, запасом влаги в почве и особенностями зимне-весеннего промерзания, а также водно-физическими свойствами почвы. Следует отметить, что в зимний период 1977/78 г. почва на площадках,

расположенных в лесу, совершенно не промерзала. На полевых площадках промерзание было неглубоким и несплошным (рис. 3).

На рис. 4 представлены обобщенные данные, показывающие пути передвижения меченой воды в профилях исследуемых почв за период наблюдения. Для каждой серии опытов проведены средние значения расстояний, пройденных максимумом меченой волны, средние значения

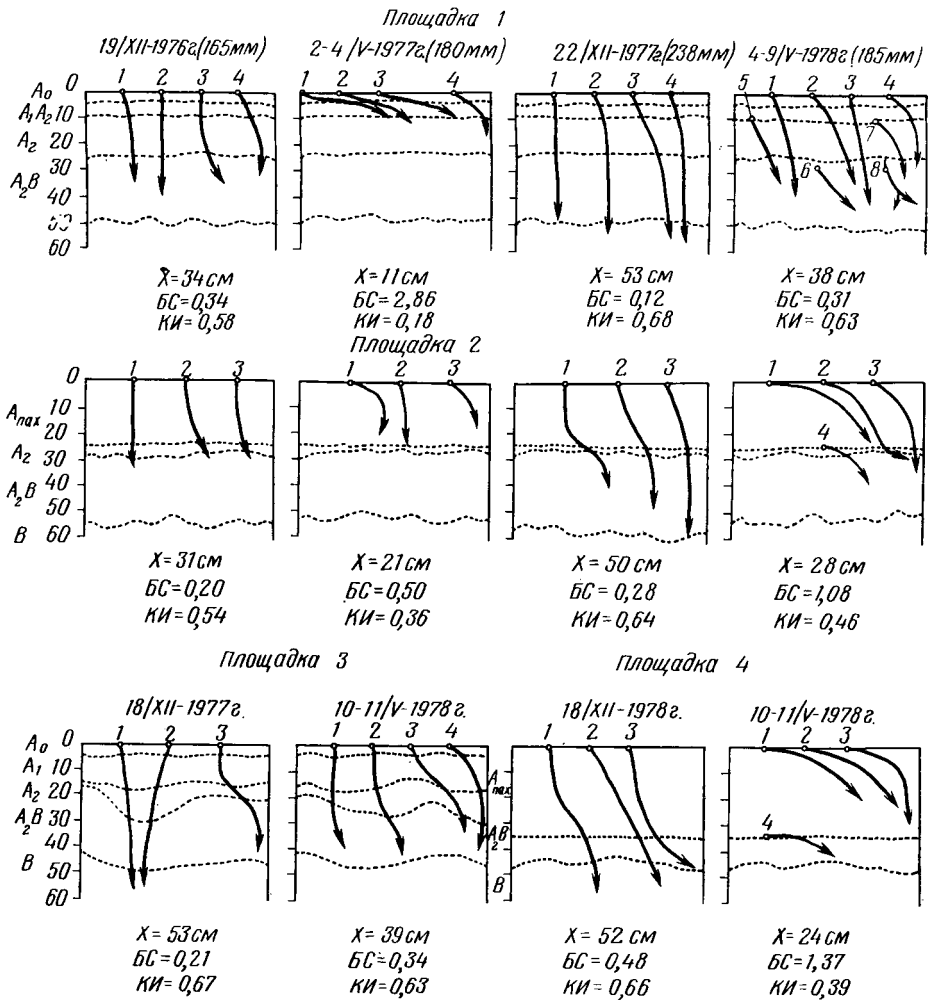


Рис. 4. Характеристика потоков меченой влаги в профилях почв по сезонам. Стрелки указывают направления и среднестатистические расстояния, пройденные меченой водой. Пунктиром показан характер залегания генетических горизонтов.

$x$  — средний путь, пройденный влагой от поверхности; BC — боковое смещение; KI — коэффициент инфильтрации.

коэффициентов боковых смещений (BC), а также значения величин, условно названных коэффициентами инфильтрации (КИ), т. е. отношения количества влаги, впитавшейся в почву, к количеству осадков, выпавших за время наблюдений. Количество влаги, впитавшейся в почву, оценивалось исходя из пористости почвы и глубины проникновения изотопной метки. При этом принималось, что впитываемая влага занимала объем, соответствующий общей пористости (рис. 1) за вычетом объема микропор (<3,5 мкм) и связанной воды.

Реально впитываемая влага составляет меньшую часть пори-

стости, поэтому найденные количества впитавшейся в почву воды и значения КИ оказываются несколько завышенными.

Для всех исследуемых площадок характерно значительное пространственно-временное варьирование путей миграции воды. Наибольшая глубина промачивания при минимальных значениях БС отмечена в осенний период и особенно осенью 1977 г. При этом 70—80 % выпавших осадков впиталось в почву, и средний путь, пройденный влагой за трехмесячный период, составил около 50 см, а для отдельных «опережающих потоков» — более 1 м.

Иной характер передвижения влаги наблюдался при сходе талых вод, особенно в почвах тяжелого механического состава. Весной 1977 г. в лесную почву впиталось лишь 18—36 % зимне-весенних осадков, а в окультуренную — около 36 %.

Одна из основных причин столь резких различий в миграции осенних и весенних осадков заключается в зимнем промерзании почвы и сходе значительного количества талых вод в виде поверхностного стока, что отмечалось рядом исследователей [4, 13, 14].

Передвижение меченой воды весной преимущественно было горизонтальным при незначительном (до 15 см) проникновении влаги в глубину. В отдельных вариантах вода «проваливалась» в нижние горизонты, что, очевидно, связано с наличием «окон» в сплошном слое мерзлоты.

Однако не только промерзание накладывает специфический отпечаток на весеннюю миграцию воды. Все указанные закономерности, но в меньшем количественном выражении, отмечались и весной 1978 г., когда почва в лесу не промерзала. В этом случае незначительное поступление в почву зимне-весенних осадков связано, по-видимому, с осенне-зимней влагозарядкой верхних горизонтов почвы, влагонасыщенное состояние которых сохранялось до весны и препятствовало впитыванию (фильтрации) талых вод.

Характер миграции воды в лесных и окультуренных почвах несколько различался. Значения КИ у окультуренных почв более низкие, но достоверное снижение было только у почв легкого механического состава весной 1978 г. В это время значения БС у пахотных почв были заметно выше, чем у лесных, которые совершенно не промерзали в зимний период. Кроме того, у пахотных почв заметны отклонения в направлении потока влаги, связанные с наличием плужной подошвы.

Проведенные исследования также показывают, что доля вытесненной почвенной влаги при инфильтрации талых вод не так велика, как это представляется некоторым авторам [13, 14].

При внесении изотопной метки на глубину 10, 20 и 30 см максимум меченой воды вытеснялся не более чем на 15—20 см от фронта инфильтрующихся талых вод. Незначительный сброс избытка талых вод происходит, по-видимому, в форме опережающих потускулярных [11] потоков по трещинной сети почвы.

Из рис. 5, где представлены результаты круглогодичных наблюдений за передвижением хлора с осенними и зимне-весенними осадками в тяжелосуглинистой почве, видно, что эти осадки проникают на глубину 150 см как в лесу, так и на пашне. Учитывая незначительную глубину фронтального «отжатия» почвенной влаги, можно сделать вывод, что выпадающие осадки не всегда достигают уровня грунтовых вод и пополнение их происходит лишь за счет опережающих (потускулярных) потоков.

Наличие опережающих потоков в почвах легкого механического состава, возможно, связано с фильтрацией влаги между зонами с защищенным воздухом, которые почти не проницаемы для влаги [5].

Важным отличием передвижения влаги в почвах легкого меха-

нического состава по сравнению с почвами тяжелого механического состава является, по-видимому, локализация переноса влаги по трещинам в первых.

Развитие железисто-гумусовых натеков и других новообразований по граням структурных отдельностей суглинистых почв косвенно свидетельствует о том, что положение сформированных трещин в почвенной толще довольно стабильно, и сами трещины в определенные периоды могут служить водопроводящими каналами.

Морфологические наблюдения, проводившиеся на стационарных площадках, показали, что в период летнего иссушения почвы значительная часть трещин, особенно в иллювиальном горизонте, открыта и может служить в качестве проводящей системы. В периоды повышенной

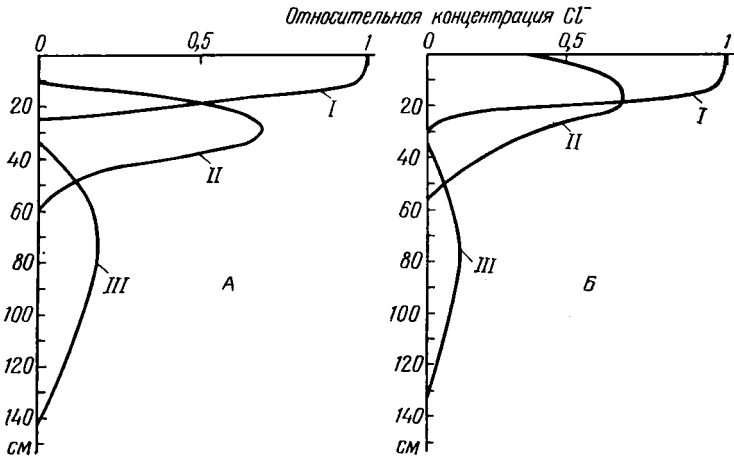


Рис. 5. Передвижение меченой влаги в тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почве в течение 1 года.

А — пашня; Б — лес; I — распределение в период 15–24 мая; II — в период 15 мая — 12 ноября; III — за 1 год при внесении 15 мая.

влажности, например, в мае, трещины почти полностью «запираются» разбухающей почвой.

При полевых радиометрических измерениях в некоторых случаях удалось обнаружить локализацию передвижения влаги в трещинах, однако систематическое исследование этого явления в поле оказалось затруднительным. Поэтому было предпринято модельное изучение переноса влаги в почвенных колонках ненарушенного строения.

На рис. 6 показано распределение меченой воды на открытой плоскости монолита, которое иллюстрирует трещинную локализацию переноса влаги. В начале опыта почва имела низкую влажность ( $\sim 10\%$ ), трещины были в открытом состоянии, вода заполняла их в первую очередь, проникая затем в межтрещинную массу почвы. По мере увлажнения и разбухания структурных отдельностей трещины постепенно закрывались и поток влаги в верхней части монолита приобретал более равномерный фронтальный характер, при этом постепенно замедлялась скорость фильтрации.

Характер вертикального распределения меченой воды (табл. 6) свидетельствует о том, что трещинная локализация переноса влаги является мощным дополнительным фактором размыва фронта передвижения и что характер «возмущений» во фронте принимает макроформы, соответствующие макротрещиноватости почвы.

Полученные результаты позволяют считать, что на тяжелых подзолистых почвах в определенные периоды вертикальная трещиноватость



определяет размытие фронта переноса влаги и растворенных в ней солей. Таким периодом является прежде всего конец лета — начало осени. Не исключено, что более глубокое проникновение осенних осадков в почву (особенно «опережающих потоков»), наблюдаемое в полевых опытах

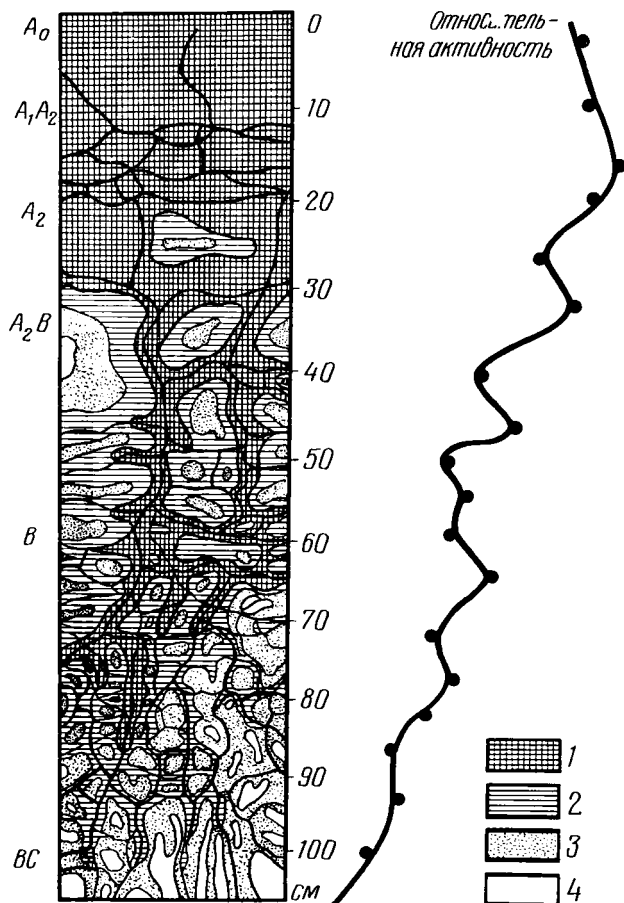


Рис. 6. Локализация переноса влаги по трещинам и кривая распределения меченой воды по глубине на плоскости среза.

1 — уровни удельной активности почвы от 75 до 100 % к максимальной; 2 — от 50 до 75; 3 — от 25 до 50; 4 — до 25 %.

(рис. 4), связано именно с действием трещин, тогда как значительная часть зимне-весенних осадков, даже если почва не промерзала (1978 г.), в толщу почвогрунта не проникает, о чем свидетельствуют не только глубина проникновения метки, но и значения коэффициентов инфильтрации.

### Заключение

Методом изотопных индикаторов проведено прямое наблюдение за потоками влаги в целинных и окультуренных подзолистых и дерново-подзолистых почвах, различающихся по механическому составу.

Обнаружено значительное варьирование направлений потоков, путей и скоростей перемещения влаги в пространстве и во времени, что связано с изменением метеорологических условий, а также с пространственной неоднородностью самой почвы.

Характерной особенностью передвижения влаги в осенний период является значительная глубина проникновения осенних осадков, составляющая в среднем за октябрь—декабрь 50—60 см при глубине проникновения опережающих (потускулярных) потоков ~ 1 м. Значительное впитывание осенних осадков (60—70 %), их максимальное вертикальное перемещение, наличие опережающих потоков влаги дают основания считать, что в осенний период (и раннезимний при положительных температурах почвы) происходит наиболее интенсивное нисходящее перемещение растворенных в почвенной влаге веществ. В этот же период наиболее вероятно пополнение грунтовых вод за счет фильтрующихся осадков.

На почвах тяжелого механического состава интенсивное вертикальное перемещение и размытие фронта меченой воды в осенний период обусловлены трещинной локализацией перемещения влаги. Для перемещения влаги зимне-весенних осадков характерно значительное возрастание горизонтальной составляющей переноса, которая иногда в 2—3 раза превышает вертикальную, при этом впитывание влаги осадков незначительно (20—40 %). Данные особенности объясняются зимним промерзанием и осенней влагозарядкой почвы, поэтому значительная часть зимне-весенних осадков уходит в виде поверхностного стока.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев И. С. Водный режим подзолистых почв. — Тр. ИП АН СССР. М.—Л., т. 32, 1950. — 2. Васильев И. С. О водном режиме подзолистых почв. — Тр. ин-та леса. М.—Л.: Изд-во АН СССР, т. 22, 1954. — 3. Васильев И. С., Роде А. Д. Опыт мечения почвенной влаги ионом хлора с целью изучения закономерностей ее передвижения в полевых условиях. — Почвоведение, 1960, № 4, с. 3—9. — 4. Качинский Н. А. Замерзания, разморзания и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках. — Тр. ин-та почвоведения МГУ, 1927. — 5. Качинский Н. А. Новое в теории о водопроницаемых почвенно-грунтовых экранах. — Почвоведение, 1945, № 5—6, с. 251—270. — 6. Лундин К. П., Свердлов Л. В. Опыт применения радиоактивных изотопов для мелиоративных исследований. — Изотопы в СССР, 1967, № 7, с. 12—16. — 7. Качинский В. В. Курс основ атомной техники в сельском хозяйстве. М.: Атомиздат, 1974. — 8. Качинский В. В. Практикум по применению изотопов и излучений в сельском хозяйстве. Вып. VIII, ТСХА, 1962. — 9. Роде А. А. Режим почвенно-грунтовых вод подзолистых, подзолисто-болотных и болотных почв. — Тр. ин-та леса. М.—Л.: Изд-во АН СССР, т. 22, 1954. — 10. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге. Т. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1965. — 11. Судницын И. И. Закономерности передвижения почвенной влаги. М.: Наука, 1964. — 12. Чураев Н. В., Ильин Н. И. Радиоиндикаторные методы исследования движения подземных вод. М.: Атомиздат, 1967. — 13. Якушин Л. М. Скорость и характер водосолеобмена в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. — Докл. ТСХА, 1976, вып. 218, с. 11—16. — 14. Якушин Л. М. Водно-солевой баланс почвогрунтов и грунтовых вод на примере опытных полей в учхозе ТСХА «Михайловское». — Автореф. канд. дис., ТСХА, 1976.

*Статья поступила 16 марта 1979 г.*

#### SUMMARY

Direct observation of moisture flows in podzolic and soddy-podzolic soils was conducted by the method of isotopic indicators with the use of  $^{36}\text{Cl}$  isotope. In autumn the moisture of rainfall penetrated to the average depth of 50—60 cm, while that of certain flows penetrated approximately up to 1 m. In spring horizontal component of transfer usually predominates, the depth of penetration of rainfall moisture being rather small.