

## Часть 2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### Изучение вертикального распределения $^{137}\text{Cs}$ в почве

Искусственные радионуклиды поступают из атмосферы в почву с атмосферными выпадениями и под действием гравитационных сил в составе аэрозолей и частиц в растворимом и нерастворимом состоянии. В почве радионуклиды включаются в два основных процесса – взаимодействие с почвенно-поглощающим комплексом и вертикальная миграция по профилю почвы. Их поведение в почве обусловлено следующими взаимобратимыми процессами: сорбция ↔ десорбция, осаждение ↔ растворение, коагуляция ↔ пептизация. Среди этих процессов наибольшее влияние на поведение радионуклидов в почве оказывает сорбция. При миграции радионуклидов сорбция имеет двойное значение: во-первых, закрепление радионуклидов в корнеобитаемом слое почвы способствует длительному поступлению их в растения; во-вторых, поглощение радионуклидов твердой фракции почвы снижает их доступность для растений и интенсивность их миграции вниз по профилю почвы.

Вертикальная миграция – это совокупность процессов, вызывающих перераспределение радионуклидов вглубь по профилю почвы. Перемещение радионуклидов вниз по профилю почвы изменяет их распределение в корнеобитаемом слое, приводит к снижению мощности дозы гамма-излучения над поверхностью почвы и к уменьшению интенсивности выдувания ветром и вымывания водой, а также может создавать возможность загрязнения грунтовых вод. Интенсивность миграции зависит от многих факторов, среди которых наиболее значимы свойства почвы и геологические условия, физико-химические свойства радионуклидов, вид биоценоза и интенсивность его обновления.

Вертикальная миграция радионуклидов осуществляется при следующих процессах: механический перенос на частицах почвы, диффузия свободных и адсорбированных ионов, конвективный перенос с током воды, перенос на коллоидных частицах почвы, перенос по корневым системам растений. Эти процессы неравнозначны, среди них наиболее значимы конвекция и диффузия.

Конвекция – это перенос радионуклидов с восходящими и нисходящими потоками жидкости или пара. Конвекция приводит к

перемещению и увеличению концентрации радионуклидов в нижележащих слоях по профилю почвы.

Диффузия – самопроизвольное выравнивание концентрации радионуклидов при соприкосновении их с частицами почвы. Диффузия приводит к расширению зоны распределения радионуклидов при одновременном уменьшении максимальной концентрации в местах их скопления. Конвекция и диффузия тесно связаны с сорбцией радионуклидов. Известно, что чем прочнее сорбция, тем слабее эти процессы. Конвекция и диффузия характерны для водорастворимой и частично для обменной форм нахождения радионуклидов в почве. Механический перенос происходит с током воды и пыли по трещинам и разломам почвы, а также в результате деятельности человека при обработке почвы и в результате роющей деятельности почвенной фауны. Механический перенос характерен для всех форм радионуклидов. С коллоидными частицами переносятся все формы радионуклидов, включая необменную и фиксированную.

Установлено, что в почвах одного типа разные радионуклиды имеют разную интенсивность миграции и соответственно разные коэффициенты миграции. Коэффициент миграции  $^{137}\text{Cs}$  на 1–2 порядка ниже, чем  $^{90}\text{Sr}$ . Различие в интенсивности миграции этих двух радионуклидов объясняется различными формами нахождения их в почве. На дерново-подзолистой почве коэффициент миграции  $^{137}\text{Cs}$  составляет  $5,4 \cdot 10^{-10} - 5,8 \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$ . Миграция радионуклидов по профилю почвы происходит очень медленно.

Наиболее интенсивно миграция радионуклидов происходит на дерново-глеевых, дерново-торфянисто-глеевых и торфяно-болотных почвах, которые характеризуются высокой влажностью, низким содержанием глинистых минералов, высокой кислотностью почвенного раствора и высоким содержанием органического вещества. Высокая интенсивность миграции радионуклидов характерна также для почв легкого гранулометрического состава, т. е. песчаных и супесчаных почв и осушенных торфяников.

Для исследования процесса вертикальной миграции радионуклидов необходимо отбирать тонкие слои почвы. Для этого используют специальное приспособление – пробоотборник. Оно представляет собой трехсторонний лоток, срезанный с двух сторон. Приспособление изготовлено из единой стальной полосы толщиной 0,5 см, которая изогнута в двух местах под прямым углом так, что образуется прямоугольный лоток сечением  $150 \text{ см}^2$ . Продольные края отогнутых

стенок заточены. На обеих стенках лотка, имеющих заостренные кромки, сделаны параллельные прорезы – десять прорезей, начиная от верхнего среза, с шагом в 1 см, одна через 2 см, одна через 3 см и две с шагом 5 см. Общая длина лотка 25 см (допустимы другие размеры данного приспособления).

Процедура отбора проб почвы с помощью описанного пробоотборника следующая: стенка почвенного разреза или прикопки выравнивается перпендикулярно к поверхности почвы (проверка отвесом), зачищается острой лопатой. Пробоотборник прикладывается к вертикальной стенке разреза так, чтобы его верхний срез совпадал с поверхностью почвы, а режущие кромки плотно крепились к стенке разреза. Пробоотборник вдавливают в почву до прикосновения внутренней стенки пробоотборника к вертикальной плоскости почвенного разреза. Отбор проб почвы начинают с более чистых слоев с нужной глубины. Для этого на вертикальной стенке почвенного разреза ниже установленного пробоотборника линейкой делают разметку по 5 или 10 см до требуемой глубины. С помощью широкого ножа и острой лопаты делается аккуратный подрез под нижней отметкой и подкоп, который больше, чем сечение пробоотборника. В подкоп подставляется ковш, в который с помощью острых ножа и лопатки размером 10×15 см отбирают пробы почвы толщиной 5 или 10 см и площадью 150 см<sup>2</sup> до нижнего края установленного пробоотборника. Затем пробоотборник извлекают из стены почвенного разреза и, используя имеющиеся прорезы, почву режут на слои соответствующего размера и отбирают пробы, начиная со слоев 5 см.

Упаковка проб производится в два полиэтиленовых пакета. На каждую пробу заполняется паспорт по следующей форме: число, месяц, год, область, район, населенный пункт, номер репера, глубина отбора пробы (см), мощность дозы (мЗв/ч) на высоте 1 м, мощность дозы (мЗв/ч) на высоте 0,1 м, организация, Ф. И. О. проводившего отбор. Паспорт пробы помещается в упаковке между пакетами в развернутом виде лицевой стороной вверх.

Для определения содержания <sup>137</sup>Cs в образцах почвы их высушивают, удаляют различные примеси, просеивают через сито.

**Цель работы:** изучить распределение <sup>137</sup>Cs и <sup>40</sup>K по вертикальному профилю почвы естественного лугового фитоценоза.

**Материалы и оборудование:** гамма-радиометр РКГ-АТ1320 (РКГ-01); пробы почвы, отобранные через 1 см на естественном луговом фитоценозе; весы лабораторные.

## Выполнение работы

1. Подготовьте гамма-радиометр к работе.
2. Определите содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{40}\text{K}$  в пробах почвы. Результаты занесите в отчет о работе (табл. 7.2).
3. Рассчитайте процентное содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{40}\text{K}$  в дернине и в каждом слое почвы.

Таблица 7.2. Вертикальная миграция  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{40}\text{K}$  в естественном луговом фитоценозе, сформированном на дерново-подзолистой суглинистой почве

Проба	Содержание $^{137}\text{Cs}$		Содержание $^{40}\text{K}$	
	Бк/кг	%	Бк/кг	%
Дернина (0–10 см)				
Почвенный слой, см:				
0–1				
1–2				
...				
29–30				
Итого...		100		100

4. Постройте диаграмму распределения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{40}\text{K}$  по профилю почвы.
5. По полученным результатам сделайте выводы.