

УДК: 631.416.8

## **Особенности миграции циклических элементов в ландшафтах пустынь**

Юлдашев Г., Турдалиев А. Т., Исагалиев М. Т.

Рассматриваются материалы изучения и распределения валовых форм  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ.}}$ ,  $\text{Sr}^+$ ,  $\text{Ba}^{+2}$  в генетических горизонтах и почвообразующих породах орошаемых луговых сазовых почв пустынной зоны Ферганы. Изучены влияние геохимических и химических свойств элементов на их содержание и миграции. Определена корреляционная связь между содержаниями отдельных элементов в орошаемых почвах пустынь. Установлены фоновые содержания этих элементов для указанных почв.

*Ключевые слова:* ландшафт, миграция, цикл, радиальная, элемент, геомембрана, саз.

## **Cyclic migration features elements in the desert landscapes**

Yuldashev G., Turdaliev A. T., Isagaliev M. T.

The materials and the study of the distribution of total forms of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Fe}_{\text{total}}$ ,  $\text{Sr}^{+2}$ ,  $\text{Ba}^{+2}$  in genetic horizons and parent material saz irrigated meadow soils of the desert zone of Fergana. Studied the influence of geochemical and chemical properties of the elements of their maintenance and migration. Defined correlation between the contents of the individual elements in irrigated desert soils. Fitted background contents of these elements to these soils.

*Keywords:* landscapes, migration, geochemical, chemical, elements, irrigated desert.

## **Введение**

В последние годы все более очевидным становится плодотворность идеи В. И. Вернадского [2] о циклах миграции химических элементов в ландшафтах и его зеркале в почвах.

Познание циклов миграции, особенно радиальной миграции в почвах ряда циклических элементов таких как: Fe, Mg, Na, K, Ca, Sr, Ba — не только одна из наиболее актуальных теоретических и практических проблем современного почвоведения, но также необходимое условие для выбора стратегии рационального природопользования.

Почва важный компонент биосферы, которая может быть охарактеризована как сложная геомембрана и постоянно изменяющаяся часть биосферы. Распространенность макро- и микроэлементов и их миграция в генетических горизонтах влияет на свойства самой почвы и поступление в живые организмы.

Не все звенья сложных миграционных циклов достаточно ясны, потому имеет большое теоретическое и практическое значение.

### **Цель исследования**

Цель данной работы — изучение циклов миграции в почвах ряда циклических элементов.

### **Материалы и методы**

Основными объектами исследований по установлению педобиогеохимических особенностей циклических элементов были выбраны орошаемые луговые сазовые почвы Центральной Ферганы.

В этом регионе особенно в центральной части широко распространены выше названные почвы. Именно они создают специфику, особенностей местных пустынных агроландшафтов.

Луговые сазовые почвы региона — своеобразный индикатор уровня залегания минерализованных почвенно-грунтовых вод, глубина которых находится на 1,8—2 м.

Такое залегание уровня почвенно-грунтовых вод обуславливает их участие в почвообразовательном процессе и, как следствие, формирование гидроморфных засоленных почв пустынь.

Естественно, что все особенности пустынных агроландшафтов, так же как и специфические свойства орошаемых луговых сазовых почв, которые имеет широкое распространение в этом регионе, определяют характер миграции и содержание химических элементов.

В процессе исследования было заложено 12 опорных почвенных разрезов, также были изучены морфологическое строение профиля, агрохимические, химические, агрофизические свойства почв.

Анализы почв выполнены по общепринятым методикам согласно прописью СоюзНИХИ [3] и Руководство по химическому анализу почв, Аринушкина [1].

Исследование элементного состава почв проведены в институте Ядерной физики АНРУз нейтронно-активационным методом.

## **Результаты и обсуждения**

Подробная характеристика почв приведена в ранее опубликованных работах одного из авторов [6], по этому здесь приводятся геохимические свойства железа, магния, натрия, калия, кальция, стронция, бария.

Агрохимические исследования показали, что изученные почвы бедны питательными элементами и гумусом.

В них валового азота и фосфора соответственно содержатся 0,08, 0,110 %. Содержание гумуса колеблется в пределах 0,8—1,2 %, почвы средnezасоленные и несолонцеватые.

Развития представлений В. И. Вернадского о связи химических свойств атома и вещественного состава орошаемых почв рассмотрим на примере наиболее распространенных в почве элементов: Fe, Mg, Na, K, Ca, Sr, Ba.

Количественный химический элементный состав почв есть периодическая функция атомного номера, ионного и атомного радиуса [5]. Все химические элементы, которые находятся в почвах, занимают определенное положение в периодической системе Д. И. Менделеева.

Изученные нами элементы, согласно геохимических групп В. И. Вернадского, относятся к III-группе и называются циклические элементы.

В идеальных условиях Na, Mg, K, Ca, Fe, Sr, Ba катионогенные элементы, их миграция ослабевает с ростом порядкового номера элемента.

Почва полидисперсная открытая система, значит миграция указанных элементов протекает по другому.

С учетом вышесказанного приведем химические и геохимические свойства этих элементов в таблице 1.

Из данных в таблице видно, что с ростом порядковых номеров наблюдается рост атомных масс. Но в изменение валентности этих элементов определенная закономерность не наблюдается. Валентность изученных элементов изменяется в пределах +1, +2 (+3).

*Таблица 1 — Химические и геохимические свойства элементов*

| Свойства             | Элементы |      |      |      |     |        |      |
|----------------------|----------|------|------|------|-----|--------|------|
|                      | Na       | Mg   | K    | Ca   | Fe  | Sr     | Ba   |
| Порядковый номер     | 11       | 12   | 19   | 20   | 26  | 38     | 56   |
| Атомная масса        | 23       | 24,3 | 39   | 40   | 56  | 87,6 2 | 137  |
| Валентность          | 1        | 2    | 1    | 2    | 2   | 2      | 2    |
| Радиус иона, А°      | 0,98     | 0,74 | 1,33 | 1,04 | 0,8 | 1,2    | 1,38 |
| Потенциал Картледжа* | 1,02     | 2,7  | 0,75 | 1,92 | 2,5 | 1,67   | 1,45 |

|  |        |         |        |         |         |         |         |
|--|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Энергетическая константа**                           | 0,45   | 2,1     | 0,36   | 1,75    | 1,125   | 1,53    | 1,35    |
| Энергетический пай в кристаллической решетке, кДж*** | 482,28 | 2250,65 | 385,83 | 1875,54 | 1205,71 | 1639,76 | 1446,83 |

$W$

Радиус иона по Ферсману; \*Потенциал Картледжа по  $J \square$  —;

$R$

\*\*Энергетическая константа по Ферсману; \*\*\*Энергетический пай в кристаллической решетке рассчитаны авторами по формуле ( $U = \Delta k \cdot 1070,74$ ).

Согласно А. Е. Ферсману ионы с близкими потенциалами ионизации или потенциала Картледжа обладают сходными свойствами миграции.

Близость радиусов ионов обуславливает сходство путей миграции. Чем меньше энергетическая константа тем меньше энергетический пай в кристаллической решетке и тем больше миграционная способность.

Изученные выше геохимические свойства катионов определенно влияют на их аккумуляцию (таблица 2) и распределению в различных почвах.

Таблица 2 — Содержание химических элементов в почвах, %

| № разреза | Глубина, см | Химические элементы (n-12) |                 |                |                  |                                   |                  |                  |
|-----------|-------------|----------------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|
|           |             | Na <sup>+</sup>            | Mg <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>+2</sup> | Fe <sup>+2</sup> Fe <sup>+3</sup> | Sr <sup>+2</sup> | Ba <sup>+2</sup> |
| 6А        | 0-18        | 0,8 - 2                    | 0,7 - 8         | 1,6 - 8        | 1,9 - 8          | 1,82                              | 0,5 - 8          | 0 - 4            |
|           | 18-32       | 0,8 - 6                    | 0,8 - 1         | 1,5 - 1        | 2,1 - 5          | 1,91                              | 0,6 - 0          | 0 - 5            |

|  |         |         |         |         |         |      |         |         |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|------|---------|---------|
|  | 32-55   | 1,2 - 9 | 1,9 - 9 | 1,7 - 8 | 4,5 - 5 | 2,32 | 1,4 - 4 | 0,1 - 0 |
|  | 55-80   | 0,6 - 3 | 1,6 - 3 | 1,3 - 7 | 2,5 - 9 | 1,91 | 0,6 - 3 | 0 - 4   |
|  | 80-140  | 0,6 - 9 | 0,6 - 1 | 1,2 - 6 | 2,1 - 0 | 1,77 | 0,1 - 8 | 0 - 7   |
|  | 140-200 | 0,7-0   | 0,5 - 7 | 1,1 - 5 | 1,7 - 2 | 2,23 | 0,3 - 3 | 0,1 - 0 |

Из приведенных данных видно, что в почвах с ростом атомной массы химических элементов (Na, Mg, K, Ca, Fe, Sr, Ba) не наблюдается увеличение их содержание, причиной которого на ряду другими служат полидисперсность и поликомпонентность почвы.

Что касается влияние ионного радиуса и потенциал Картледжа, а также энергетического пая на содержание этих элементов, то из таблиц видно, что при близких показателях концентрация элементов тоже близкие.

Например, ионные радиусы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Mg}^{+2}$  составляют 0,98 и 0,74, следовательно их содержание в верхних 0—18 см горизонтах варьирует в пределах 0,78—0,82 %. Что касается потенциал Картледжа, здесь имеется некоторое расхождение, эти показатели близки между собой в элементах Na, K, а их содержание резко расходится. Значит, влияние потенциала Картледжа на рост концентрации элементов имеет не четкую тенденцию. Такая же картина обнаруживается и по отношению энергетического пая.

Указанные расхождения на ряду с другими причины связаны с парными корреляциями (таблица 3) металлов.

*Таблица 3 — Корреляционные связи между содержаниями химических элементов*

| $M_x, \%$ | $M_y, \%$ | Ошибка средних, $\pm m$ | Среднеквадратичное отклонение, $\pm \delta$ | Коэффициент вариации, % | n | Коэффициент корреляции, r |
|-----------|-----------|-------------------------|---|-------------------------|---|---------------------------|
| Na и Mg   |           |                         |   |                         |   |                           |

|         |      |      |      |       |    |      |
|---------|------|------|------|-------|----|------|
| 0,96    | 1,0  | 6,69 | 0,32 | 33,44 | 23 | 0,72 |
| Ca и Fe |      |      |      |       |    |      |
| 2,05    | 2,19 | 1,88 | 0,90 | 44,54 | 23 | 0,47 |
| Ba и Sr |      |      |      |       |    |      |
| 0,39    | 0,10 | 9,65 | 0,46 | 118,4 | 23 | 0,23 |

Приведенные данные можно квалифицировать как высокая — 0,72, средняя — 0,45, низкая — 0,23 корреляционная связь между содержаниями указанных элементов. Что касается их миграции, которую можно характеризовать через коэффициенты Кларк концентрации (КК) (таблица 4) и радиальной миграции (Кр), то они для отдельных горизонтов приведены в виде геохимической формулы и спектров радиальной дифференциации.

Таблица 4 – Геохимические формулы спектров содержания химических элементов

|  |   |
|--|---|
| Разр. 6А. А <sub>п</sub> (пахотный горизонт) 0-18 см | $KK: \frac{Sr}{17,05} > \frac{Ba}{0,76} > \frac{Ca, K}{0,67} > \frac{Mg}{0,42} > \frac{Fe}{0,39} > \frac{Na}{0,33}$                 |
| В (арзык-шоховый горизонт) 32-55 см                  | $\hat{E}\hat{E}: \frac{Sr}{42,3} > \frac{Ca}{1,54} > \frac{Mg, Ba}{1,05-1,06} > \frac{K}{0,71} > \frac{Na}{0,52} > \frac{Fe}{0,50}$ |
| С 140-200 см   | $\hat{E}\hat{E}: \frac{Sr}{8,82} > \frac{Ba}{1,54} > \frac{Ca}{0,58} > \frac{Fe}{0,50} > \frac{K}{0,46} > \frac{Na, Mg}{0,28-0,30}$ |

Из приведенных данных видно, что высокие показатели Кларков концентрации соответствуют двухвалентным катионам, в частности Sr, Ba, Ca, Fe, Mg, а затем идут одновалентные — K и Na. При этом самые высокие показатели КК соответствуют горизонту 32—55 см, который называется арзыкшоховыми, с ним связан ряд отрицательных водно-физических свойств почв.

Что касается геохимических спектров коэффициента радиальной миграции, то они представлены в рисунке 1.

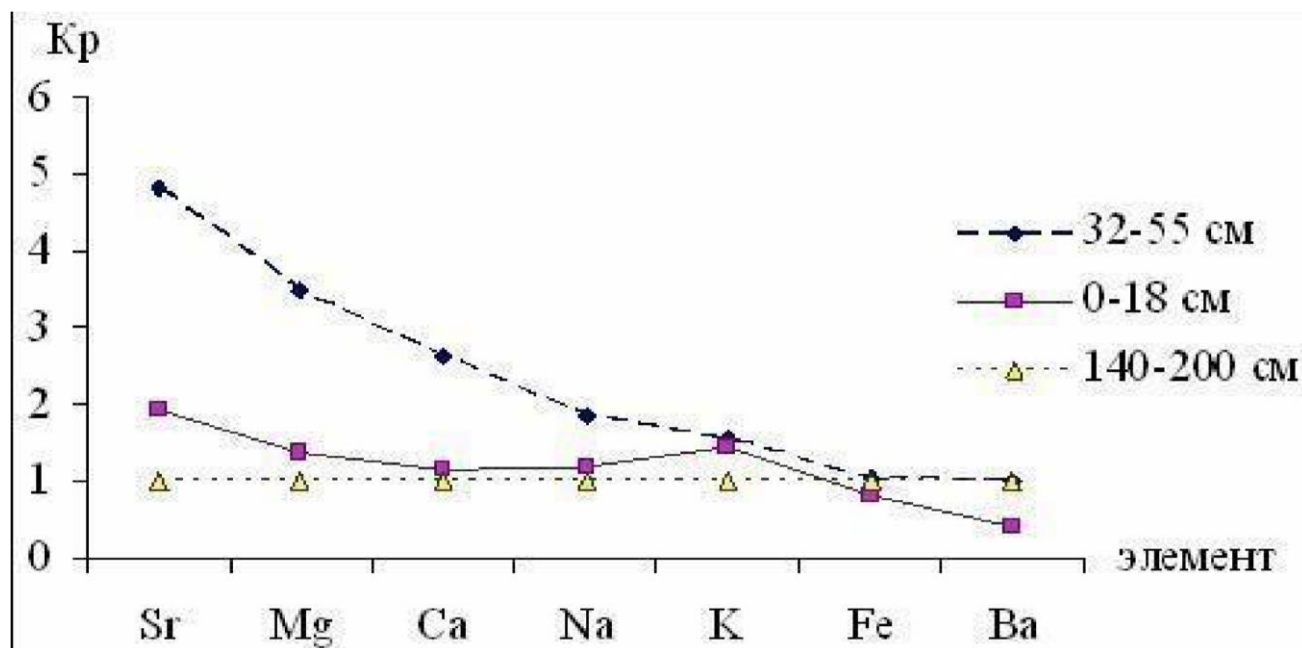


Рисунок 1 — Геохимический спектр радиальной дифференциации химических элементов

Спектры коэффициентов радиальной миграции показывают, что при составлении геохимических спектров на первое место выходит Sr с наивысшими показателями Кр затем идут Mg, Ca, Na, K, Fe, Ba.

При этом горизонт 32—55 см четко выделяется по этим показателям от двух других горизонтов, таких как 0—18 см и 140—200 см. Причина этого различия была оговорена выше, т.е. этот горизонт имеет название арзык-шоховый, с которым связан ряд химических, геохимических, и др. свойств почв, а также педо-геохимический барьер.

## Выводы

Из вышеуказанного можно сделать вывод, что химические и геохимические показатели Mg, Ca, Na, K, Fe, Ba не всегда отражают их миграционную способность в таких сложных системах как почвы. Ясно одно, при близких ионных радиусах в их содержание имеются положительные корреляционные связи до 0,72.



Атомы, а точнее ионы, обладающие большими и малыми радиусами, конечно, при равных других условиях, обладают повышенными миграционными способностями в изученных орошаемых луговых сазовых почвах.

Повышенными коэффициентами радиальной миграции обладают элементы в горизонте 32—55 см, что связано с относительно высокими содержаниями этих элементов.

Для изученных почв установлены следующие показатели химических элементов, которые могут служить фоновыми:

$$\frac{\text{Fe}}{2,19} > \frac{\text{Ca}}{2,05} > \frac{\text{K}}{1,48} > \frac{\text{Mg}}{1,0} > \frac{\text{Na}}{0,96} > \frac{\text{Sr}}{0,39} > \frac{\text{Ba}}{0,1}$$

## Литература

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: 1970. — 487 с.
2. Вернадский В. И. Избранные сочинения. Т. I. М.: 1954. — 673 с.
3. Глинка Н. А. Общая химия. Т.: 1968. — 769 с.
4. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. Т.: 1963. — 442 с.
5. Ферсман А. Е. Избранные труды. Т.: III. М. 1955. — 789 с.
6. Юлдашев Г., Исагалиев М. Геохимия почв конусов выноса. Т.: Фан 2012 — 160 с.