

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

Р. М. Зайнь Эль-Динь

Белорусский государственный университет, г. Минск;

rostmcfc@mail.ru;

науч. рук. – Л. И. Смыкович, канд. геогр. наук, доц.

В статье приведены результаты факторного анализа, примененного с целью выделения ассоциаций химических элементов в почвах территории, прилегающей к площадке строительства Белорусской АЭС в Островецком районе. На основе многомерного статистического анализа было выделено четыре фактора и три геохимических ассоциации, составлены карты пространственного распределения факторов. Результаты исследований могут служить основой для эколого-геохимического мониторинга, а также для оценки рисков эксплуатации будущей АЭС.

Ключевые слова: Белорусская АЭС; многомерный статистический анализ; факторный анализ; ассоциации химических элементов; ГИС-технологии.

Северо-западная часть Беларуси – район строительства Белорусской АЭС. И важно сейчас, перед началом эксплуатации этого наиболее интенсивно воздействующего на биосферу техногенного объекта, знать исходное состояние компонентов ландшафта, чтобы объективно оценивать техногенные последствия эксплуатации в будущем.

В качестве исходных данных использовались материалы полевых геохимических исследований территории (проанализировано 657 образцов почв). В пределах изученной территории выделены роды и подроды ландшафтов: холмисто-моренно-озерный с поверхностным залеганием супесчано-суглинистой морены, моренно-озерный с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, водно-ледниковый с озерами с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков и этот же род ландшафта с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей [1].

Результаты предыдущих исследований позволили заключить, что элементарные ландшафты в пределах исследованной территории являются устойчивыми к химическому загрязнению (суммарный показатель загрязнения почв изменяется от 1 до 5), за исключением участков транслювиального ландшафта мелко- и среднехолмистой моренной возвышенности и супераквального ландшафта холмисто-грядовой моренной равнины, являющихся среднеустойчивыми [2].

Был выполнен статистический анализ связей между содержанием элементов в четвертичных отложениях, который показал, что большинство элементов объединено средними и сильными корреляционными

связями. Наиболее высокие значения коэффициентов корреляции ($> 0,6$) выявлены для V и Ni, V и Y, Nb и Ni, Yb и Y.

С помощью факторного анализа были выделены четыре фактора, объясняющих 74 % общей дисперсии. Факторные нагрузки следует понимать как коэффициенты корреляции между выделенными факторами и переменными [3]. Те переменные, которые коррелируют с фактором более тесно, чем с другими, формируют его ядро и имеют наибольшие факторные нагрузки.

Для первого фактора, вносящего наибольший вклад в общую дисперсию (39,8 %), характерна ассоциация Y-V-Yb-Ni-Nb-Ga-Mn. Наиболее часто источниками микроэлементов в почвах являются четвертичные отложения и техногенное загрязнение. Содержание ванадия в почвах преимущественно определяется поступлением из пород, кроме того, ванадий характеризуется пониженным содержанием в торфяных почвах. Никель в почве отличается слабой подвижностью. Он концентрируется в основном в илистой фракции. Ниобий как технофильный элемент концентрируется в отходах в строительной индустрии, химической промышленности и др. Галлий также характеризуется пониженным содержанием в заболоченных и торфяных почвах. Его количество повышается с увеличением содержания алюминия, железа, марганца и наличия органического вещества, глинистой фракции [4]. Содержание V и Ni в значительной степени зависит от гранулометрического состава почв – данные элементы концентрируются, в основном, в мелкодисперсных фракциях (мельче 0,001 мм) [5]. Таким образом, в состав первой ассоциации входят элементы, содержание которых в значительной степени предопределено гранулометрическим составом почв. Однако из-за присутствия Y и Yb (являющихся индикаторами химического загрязнения) с высокими значениями факторных нагрузок (0,86 и 0,77), можно сделать вывод, что эта природная ассоциация трансформирована. Основной причиной загрязнения, предположительно, являются высокие объемы внесенных минеральных удобрений (рис. 1).

Второй фактор определяет варьирование в пространстве Zn. Этот фактор объясняет 12,4 % общей дисперсии. Загрязнение четвертичных отложений цинком происходит весьма интенсивно. Он может попадать в почву вместе с твердыми бытовыми отходами, фосфорными удобрениями и др. Существует обратная зависимость между растворимостью соединений цинка и насыщенностью почв кальцием и фосфором, что обусловлено повышенной сорбционной способностью почв [4]. Следует отметить, что цинк принадлежит к числу распространенных в технике и быту металлов, поэтому ежегодное внесение его в почву очень велико. При значениях pH более 6 происходит накопление цинка в почве в больших количествах благодаря взаимодействию с глинами (рис. 2).

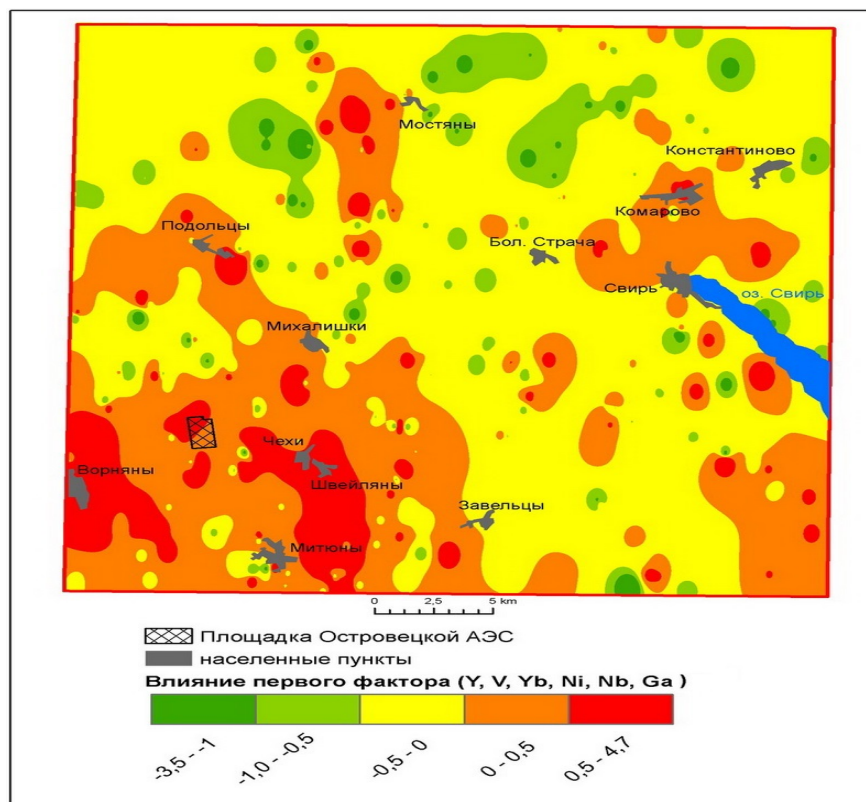


Рис. 1. Влияние первого фактора

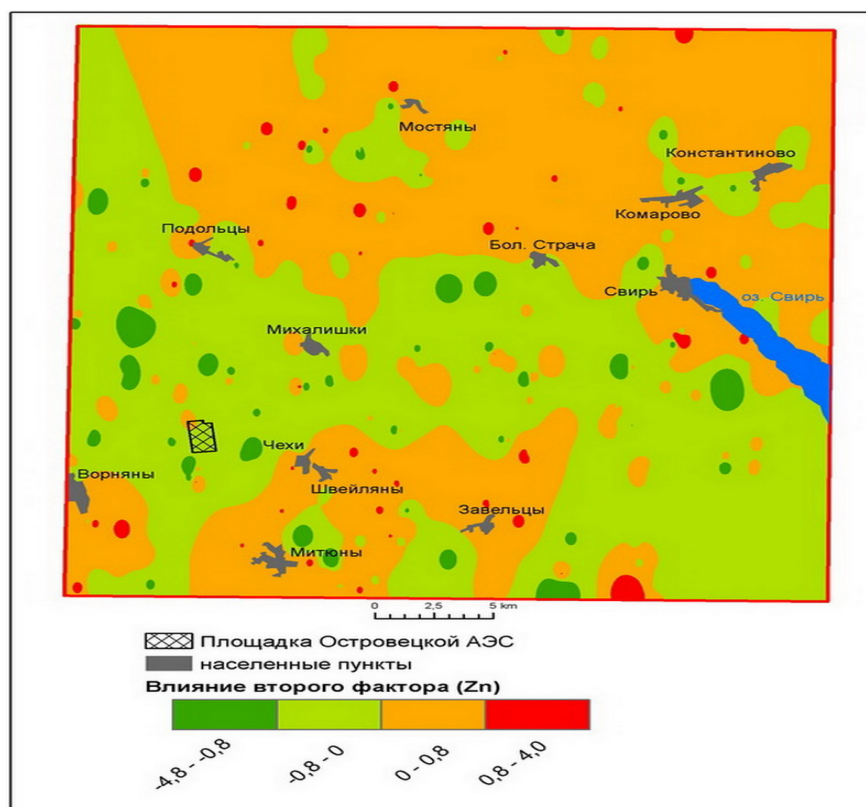


Рис. 2. Влияние второго фактора

Третий фактор характеризуется высокими нагрузками Cr, La и Ba и объясняет 9,1 % общей дисперсии. Такие элементы, как Cr и La, хорошо аккумулируются органическим веществом почвы. Хром в почву попадает при сжигании бытового мусора, со сточными водами и др. Пока не совсем ясна причина, по которой такие геохимически разные элементы объединились в одну группу (рис. 3).

Четвертый фактор характеризует распределение ассоциации Ti-Zr-Mn. 8,1 % общей дисперсии объясняется этим фактором. На долю связанного с минералами тяжелой фракции Ti приходится 61,8–75,6 % от общего его количества в почве. Цирконий в почвах находится в виде минерала циркона ($ZrSiO_4$), который накапливается в песчаной фракции. Известно, что незначительная часть циркония, которая может быть сорбирована глинистыми минералами типа монтмориillonита, находится в коллоидном состоянии. Марганец как элемент-биофил обычно аккумулируется в верхних горизонтах, хотя он может накапливаться и в других почвенных горизонтах, особенно в обогащенных оксидами и гидроксидами железа [4]. Таким образом, носителями данной ассоциации являются, возможно, минералы песчаной и алевритовой фракции (рис. 4).

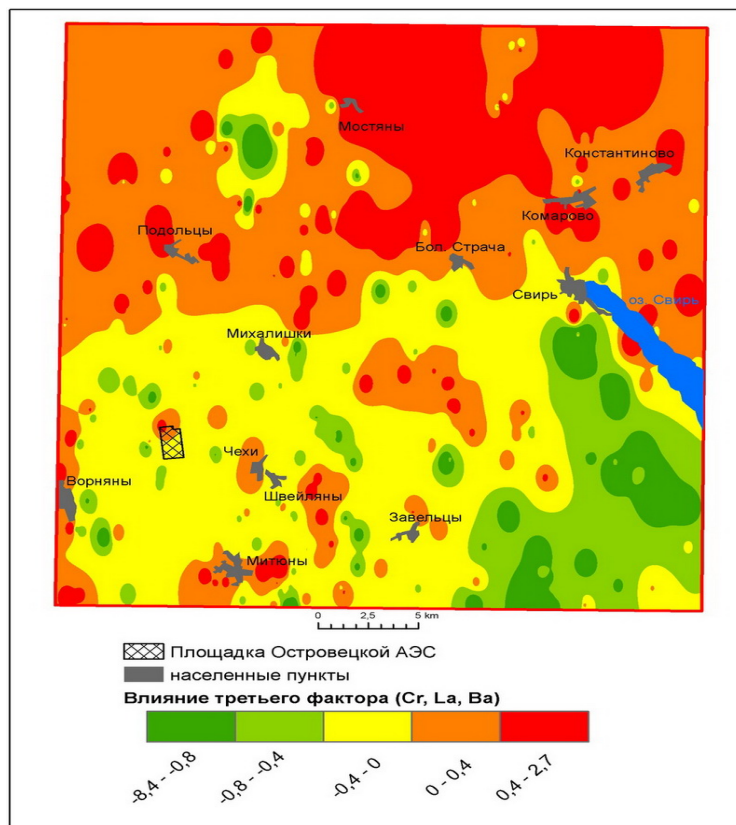


Рис. 3. Влияние третьего фактора

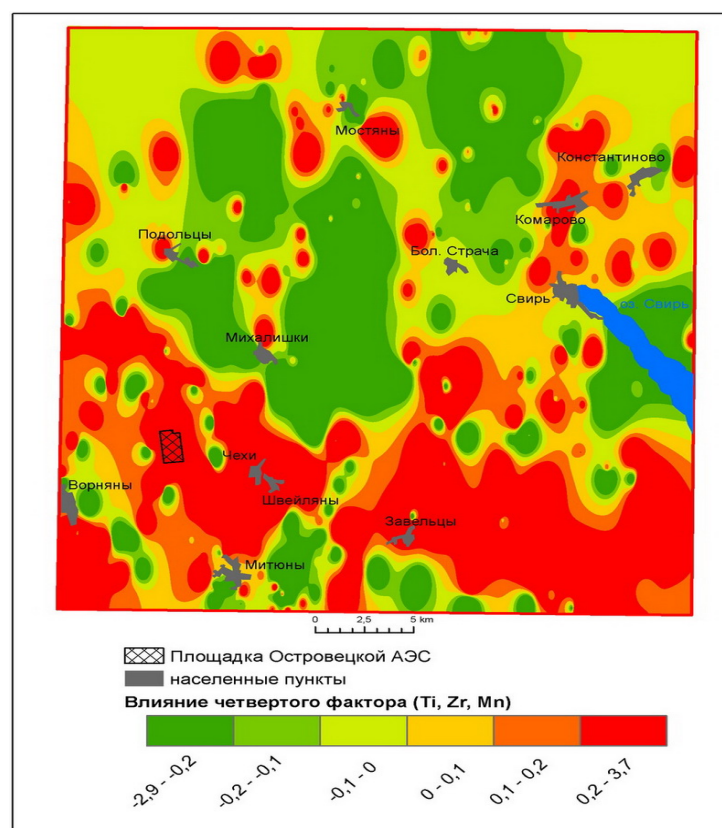


Рис. 4. Влияние четвертого фактора

Изучение взаимосвязей химических элементов с использованием факторного анализа позволило выявить три ассоциации химических элементов в почвах исследуемой территории. Первая ассоциация (Y-V-Yb-Ni-Nb-Ga-Mn) обусловлена тонкодисперсными фракциями почв. Вторая ассоциация (Cr-La-Ba) связана с органическим веществом в почве. Цинк был выделен в отдельную ассоциацию, которая, предположительно, также обусловлена глинистой фракцией почвы. Формирование третьей ассоциации (Ti-Zr-Mn) связано с вхождением элементов в минералы песчаной и алевритовой фракции.

Библиографические ссылки

1. Марцинкевич Г. И. Ландшафты Беларуси. Минск : Университетское, 1989.
2. Оношко М. П., Глаз А. С., Смыкович Л. И., Подружяя М. А. Ландшафтно-геохимические особенности и эколого-геохимическая оценка территории влияния Островецкой АЭС // Природные ресурсы. 2018. № 1. С. 5–14.
3. Окунь Я. Факторный анализ. М. : Статистика, 1974.
4. Чертко Н. К. Геохимия. Минск : Тетра системс, 2007.
5. Чертко Н. К. Биологическая функция химических элементов : справ. пособие. Минск : Четыре четверти, 2012.