

УДК 910(082)+372.016:91(082)+332(082)  
ББК 26.8я43+65.049я43+74.264.3я43+26.8р30  
Г35

Печатается по решению Редакционно-  
издательского совета ФГБОУ ВО «НГПУ»

**Редакционная коллегия:**

канд. геогр. наук, доц. ФГБОУ ВО «НГПУ» *Н. В. ИONOва*;  
д-р биол. наук, проф. ФГБОУ ВО «НГПУ» *Ю. В. Крaвцов*

**Г35 Географическая наука, туризм и образование: современные проблемы и перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции (г. Новосибирск, 23 марта 2023 г.) / Министерство просвещения РФ, Новосибирский государственный педагогический университет ; Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка ; Новосибирское региональное отделение всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» ; Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук ; Ассоциация учителей и преподавателей географии Новосибирской области. – Новосибирск : Изд-во НГПУ, 2023. – 209 с.**

ISBN 978-5-00226-012-6

Материалы конференции представляют собой результаты исследований, посвященных актуальным вопросам прикладного характера и тенденциям развития физической, социальной и экономической географии, перспективам развития туристско-рекреационного пространства России, вопросам методики их изучения в вузе и школе, а также возможности реализации инновационных технологий в профессиональном обучении, географическом образовании и туризме в условиях реализации новых государственных образовательных стандартов школьного географического и высшего педагогического образования.

Издание содержит статьи ученых, преподавателей вузов и школ, аспирантов, магистрантов и обучающихся из регионов России, Республики Беларусь, Республики Казахстан.

Публикуемые материалы будут интересны широкому кругу педагогической общественности, специалистам в области географии, туризма и профессионального обучения.

УДК 910(082)+372.016:91(082)+332(082)  
ББК 26.8я43+65.049я43+74.264.3я43+26.8р30

ISBN 978-5-00226-012-6

© Оформление. ФГБОУ ВО «НГПУ», 2023

**А. В. Таранчук**

*(Белорусский государственный педагогический  
университет имени Максима Танка, г. Минск)*

## **ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИНДЕКСЫ И БАРЬЕРЫ КАК ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛАНДШАФТОВ**

В статье рассматриваются основные методы геохимии ландшафтов, формирование геохимической структуры ландшафтов на примере Брестского Полесья Республики Беларусь. Геохимическая дифференциация территории Брестского Полесья определяется структурным разнообразием его ландшафтов, а анализ условий её формирования позволяет дать экологическую оценку ландшафтов с использованием геохимических индексов и анализа сети геохимических барьеров. В статье приводятся геохимические индексы одного из пяти родов ландшафтов с учётом природных факторов его формирования.

*Ключевые слова:* природные условия, компоненты ландшафтов, геохимическая дифференциация, геохимический индекс, геохимические барьеры, экологическая оценка.

Основной областью применения методов геохимии ландшафтов является решение проблем окружающей среды, в частности, выявление кризисных экологических ситуаций, вызванных химическим загрязнением ландшафтов. Геохимическая дифференциация территории Брестского Полесья определяется структурным разнообразием его ландшафтов на уровне родов и позволяет дать экологическую оценку ландшафтов относительно концентрирования или выноса химических элементов [4].

Анализ и оценка геохимической дифференциации показывают пестроту химического состава геокомпонентов ландшафтов Брестского Полесья. При анализе геохимической дифференциации ландшафтов следует охватывать максимальное количество признаков, которые могут быть представлены суммарно в виде баллов [5]. Это сведения о содержании валовых форм химических элементов. Для каждого элемента вычисляется оценочный коэффициент, представляющий собой отношение содержания элемента к фону или кларку. Для оценки общей ситуации в системе рассчитывался суммарный геохимический показатель как сумма оценочных коэффициентов по каждому элементу. При этом чем выше общая балльная сумма, тем активнее процесс аккумуляции химических элементов. Коэффициент, равный единице, считается оптимальным. Так в почвах вторично-моренного ландшафта анализируется десять элементов, в таком случае оптимальный суммарный балл равен десяти. Все баллы, которые превосходят эту сумму, оцениваются как экологически небезопасные. Например, геохимические индексы вторично-моренного ландшафта имеют вид:

для почв:

$$\frac{S(2,3); P(2,2); Ca(1,2)}{Si(0,7); Mg(0,4); K(0,3); Fe(0,2); Al(0,1); Mn(0,09); Na(0,01)}; \sum_{n=1}^{10} 7,5$$

для воды:

$$\frac{K(9,4); Cl(5,1); Na(4,2); N(3,8); S(2,13); Ca(1,5)}{C(0,9); Mg(0,24); N(0,43); Fe(0,1); P(0,04)} \sum_{опт=11} 27,8$$

для растительности:

$$\frac{B(1,5); Cu(1,3); Co(1,3); Mo(1,1)}{N(0,8); P(0,5); Zn(0,5); K(0,4); Mg(0,2)} \sum_{опт=9} 7,5$$

То есть по геохимическим показателям вторично-моренный ландшафт характеризуется накоплением S, P, Ca в почве, K, Cl, Na в воде, B, Cu, Co – в растительности. Суммарный геохимический показатель указывает на общую тенденцию по выносу химических элементов в почвах и растительности, накоплению – в водах [3].

Для создания оптимальных геохимических условий в ландшафтах необходимо разрабатывать мероприятия по их коррекции. Одним из начальных условий является использование геохимических барьеров. Накопление химических элементов в результате осаждения в природных компонентах и при локализации техногенных потоков происходит, в первую очередь, на природных геохимических барьерах. Кроме того, геохимические барьеры определяют в значительной мере геохимическую структуру ландшафтов.

Геохимические барьеры в пространстве чаще всего представляют собой линейные образования, по которым соприкасаются арены развития различных эпигенетических процессов, т. е. зоны разных условий миграции химических элементов [1].

Структурно-функциональная организация природных геохимических барьеров имеет несколько уровней. Нами рассматриваются два основных: мегаландшафтный, представленный системой границ между разными типами почв, и макропочвенный, представленный системой почвенных горизонтов, специфичных для каждого типа почв. На представленных двух уровнях (вне зависимости от физико-химической природы геохимического барьера) по местоположению на пути миграционных потоков они делятся на две основные функциональные группы – радиальные (вертикальный уровень) и латеральные (горизонтальный). Эти группы барьеров выполняют в ландшафтах разные функции. Возникновение в природе латеральных геохимических барьеров обусловлено геохимической контрастностью смежных (сопряженных) природных объектов [2].

Механический барьер возникает в местах снижения скорости перемещения элементов, как правило, при изменении гранулометрического состава. Глину и суглинок целиком можно рассматривать как механический барьер. Накопление техногенных элементов происходит по следующей схеме: энергичный перенос поверхностными потоками в пониженные участки, сложенные плотными породами, где происходит вторичное накопление элементов. На территории пойменного ландшафта Брестского Полесья на механическом барьере задерживаются B, Sr; аллювиально-террасированного – Si, Co, B; вторично-моренного – Sr, B; вторичного водно-ледникового – Mg, Pb, Cd.

Сорбционный барьер в почвах Брестского Полесья представлен различными образованиями: органическим веществом, глинистыми минералами, гидроксидами железа и марганца. В Брестском Полесье сорбционный барьер проявляется на контакте торфя-

ных почв с почвами, менее богатыми органическим веществом и гумусом (дерновослабоподзолистыми, дерново-подзолистыми, глееватыми, песчаными и супесчаными). Почвы, богатые гумусом и органическим веществом (так же, как и богатые коллоидами глины), накапливают тяжелые металлы. Гуминовые кислоты образуют с этими элементами комплексные соединения, легко усваиваемые растениями. На сорбционном барьере осаждаются практически все элементы, встречающиеся в растворе в ионной форме. Лучше выражен сорбционный барьер в озерно-болотных и пойменных ландшафтах, где осаждаются Co, B, Sr и более активно Mo, Cu. Эти элементы техногенного происхождения или привносятся из других ландшафтов, так как сами торфяные почвы характеризуются небольшим содержанием подвижной меди. В аллювиально-террасированном, вторично моренном и вторично-водно-ледниковом ландшафтах рассматриваемый барьер также формируется, но густота его сети меньше, чем в ландшафтах с преобладанием в структуре почвенного покрова мало-, средне- и мощных торфяных почв. В пределах этих ландшафтов в сорбционном барьере осаждаются Co, B, Cu.

Кальциевый (карбонатный) барьер в ландшафтах Брестского Полесья образуется при наличии карбонатных пород, например, при смене дерново-подзолистой слабоподзоленной почвы на водно-ледниковых супесях на дерново-глееватую и дерново-карбонатно-глееватую почву на супеси. В аллювиально-террасированном ландшафте дерново-подзолистые слабоподзоленные почвы на мощных песках сменяются дерново-карбонатно-глеевыми почвами на песках. На карбонатном барьере осаждаются Cd, Pb, Ca, Ba, Sr, Cu. Несоблюдение регламента применения средств химизации — основного источника поступления этих элементов в почву, обусловило процесс накопления их в почвенном покрове на нейтральном геохимическом барьере [5].

Биогеохимический барьер проявляется практически во всех родах ландшафта. Принято различать собственно биогеохимический барьер — накопление элементов в верхних частях гумусового горизонта и фитогеохимический барьер — накопление элементов живыми растениями. В растительности естественных лугов в пределах пойменного, вторично-моренного, озерноболотного ландшафтов интенсивно накапливаются B, Ca, Mo, Zn, Cu; во вторичном водно-ледниковом и аллювиально-террасированном ландшафтах — B, Cu, Co, Mo, Zn. Природные латеральные геохимические барьеры отражают горизонтальную (площадную) собственно ландшафтную контрастность территории, обеспечивающую территориальное разделение мигрирующих веществ и техногенных компонентов [2].

Радиальные барьеры определяют вертикальную геохимическую дифференциацию и контрастность отдельных ярусов ландшафтов и соответственно закономерности распределения природных и техногенных веществ в вертикальном профиле почв. С радиальными геохимическими барьерами связаны формы миграционно-аккумулятивных процессов в системе почва-вода-растение. Радиальные барьеры являются фактором накопления осадения продуктов техногенеза из потока и основной формой защиты почвенно-грунтовых вод от загрязнения. Так как важнейшее значение в устойчивом развитии природных систем принадлежит почвам — центральному звену экосистемы, то в нашей работе радиальные геохимические барьеры выделялись на основе строения почвенных про-

филий. Почвенный профиль характеризуется чрезвычайной сложностью строения геохимических барьеров. Количество барьеров в почвенном профиле может соответствовать количеству генетических горизонтов, т. е. почвенные геохимические барьеры в значительной степени результат развития почв во времени и одновременно ведущий фактор их функционирования, обеспечивающий поступление веществ из миграционных растворов.

В связи с высокой миграцией техногенных элементов и их способностью к аккумуляции возникает проблема ограничения протяженности их потоков рассеяния. Она может быть решена с помощью искусственных геохимических барьеров. Искусственный геохимический барьер – участок, где целенаправленно производится изменение геохимической обстановки, приводящее к снижению интенсивности миграции химических элементов и как следствие, концентрации химических элементов. Искусственные барьеры призваны решать конкретные задачи: сорбирование удобрений в почвах, повышение ресурсовоспроизводящих факторов ландшафтов, локализацию загрязнения. Создание искусственных барьеров основывается на детальном изучении техногенных барьеров. Техногенные барьеры – прототип искусственных геохимических барьеров, которые образуются в результате антропогенных изменений условий миграции. Среди техногенных барьеров самое широкое распространение имеют механические барьеры – наземные сооружения, искусственные посадки [1].

В Брестском Полесье латеральные механические техногенные барьеры представлены придорожными посадками деревьев или первыми рядами сельскохозяйственных культур, которые являются механическим препятствием для распространения свинца и цинка, поступающих с автомобильными выхлопами и выбросами поездов. Радиальные техногенные механические барьеры можно отметить в поверхностных горизонтах почв под придорожными посадками деревьев и сельскохозяйственных культур. Особенно хорошо эти барьеры проявляются во вторичном водно-ледниковом и аллювиально-террасированном ландшафтах.

Таким образом, накопление данных по содержанию химических элементов в компонентах ландшафтов, на геохимических барьерах с учётом условий формирования геохимической дифференциации позволит дать экологическую оценку ландшафтов, составить рекомендации по регулированию избыточных содержаний веществ и токсических соединений, разработать способы поддержания оптимального соотношения химических элементов в почвах, водах, растениях, создать методы контроля за загрязнением окружающей среды.

#### Список литературы

1. *Мырлян Н. Ф.* Геохимия агроландшафтов Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1989. – С. 54–71.
2. *Солнцев Н. П.* Геохимическая совместимость природных и техногенных потоков // Вопросы географии. – 1983. – Вып. 12. – С. 28–40.
3. *Таранчук А. В.* Геохимическая дифференциация ландшафтов Брестского Полесья: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Минск: БГУ, 2001. – 20 с.
4. *Таранчук А. В., Панасюк О. Ю.* Влияние природных процессов и факторов на эколого-геохимическую обстановку в ландшафтах Брестского Полесья // Весці БДПУ. – 2019. – № 3. – С. 57–63.
5. *Чертко Н. К.* Геохимия агроландшафтов Белоруссии и их оптимизация. – Минск: БГУ, 1990. – 48 с.