

# Геохимические барьеры

Выполнил:  
Велиулов Андрей

# Геохимические барьеры

Понятие «геохимический барьер» введено в науку А.И. Перельманом для выделения **участков в земной коре или в зоне гипергенеза, где на коротком расстоянии происходит резкое снижение интенсивности миграции тех или иных химических элементов и как следствие – их накопление.**

Ландшафтно-геохимические барьеры принято разделять на две большие группы – **природные** и **техногенные**. Их дальнейшая типизация осуществляется с учетом основных **форм миграции элементов**. Поэтому можно говорить о трех типах геохимических барьеров: **механическом, биогеохимическом** и **физико-химическом**. Последний подразделяется еще и на ряд классов.

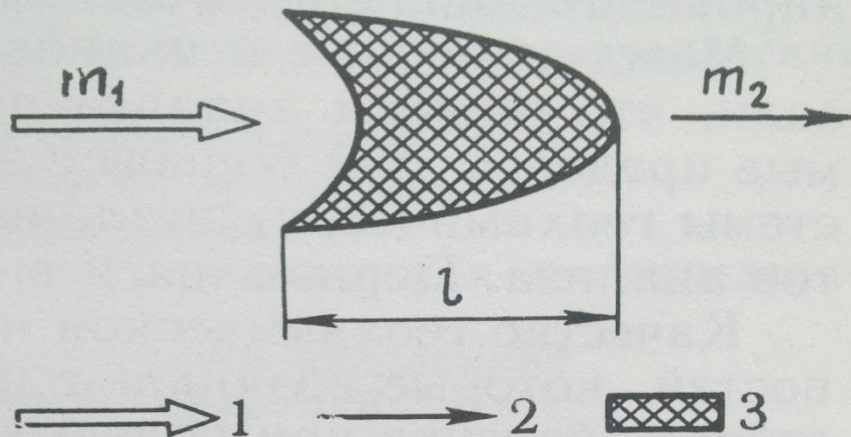


Рис. 18. Параметры геохимического барьера:

$l$  — направление миграции химических элементов до барьера, 2 — после барьера, 3 — область концентрации элементов на барьере (рудные тела, аномалии и др.),  $m_1$  — геохимические характеристики среды до барьера,  $m_2$  — после барьера,  $l$  — длина барьера

# Природные геохимические барьеры

Накопление элементов на природных геохимических барьерах происходит в результате осаждения как природных, так и техногенных компонентов. В первом случае возникающие на барьерах **природные** аномалии, как правило, невыразительные (слабоконтрастные), поскольку содержания элементов в них обычно не превышают нескольких кларков концентрации. **Техногенные** же аномалии значительно контрастнее природных и поэтому они четче выявляют действующий барьер.

**Механические барьеры** – это участки резкого уменьшения интенсивности **механической** миграции, осуществляемой либо водными, либо воздушными потоками. В первом случае они наиболее выразительно проявляются в зоне седиментогенеза (осадкообразования), где с ними нередко связано образование россыпных месторождений золота, олова, циркония, титана, тория и других металлов.

**Биогеохимические барьеры** являются пространственным выражением интенсивной биогенной аккумуляции химических элементов. Различают **собственно биогеохимические барьеры**, соответствующие гумусовому горизонту почв, где в ряде случаев происходит накопление рудных элементов и **фитогеохимические**, связанные с концентрацией элементов живыми растениями.

**Физико – химические барьеры** изучены наиболее детально. Они подразделяются на ряд классов, внутри которых выделяются еще и виды барьеров.

*Окислительные барьеры* – в общем случае проявляются в местах перехода от менее окислительных условий к более окислительным ( или от более восстановительных к менее восстановительным), но особенно активно развиваются на участках резкой смены восстановительных условий окислительными. В этом случае главным агентом окисления служит свободный кислород, в связи с чем данную разновидность окислительного барьера называют **кислородным барьером**.

В кислородной обстановке слабо мигрируют **железо, марганец, кобальт и другие поливалентные элементы**. В восстановительной глеевой обстановке миграционная способность их значительно увеличивается. В результате на контакте с кислородной зоной эти элементы окисляются, теряют подвижность и накапливаются на кислородном барьере.

Разновидностью кислородного барьера является так называемый **серный барьер**, на котором осаждается элементарная сера в соответствии с реакцией  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ . Этот процесс протекает при участии различных микроорганизмов (серобактерий, тионовых бактерий), которые способны откладывать серу либо непосредственно в своих клетках, либо косвенным путем при окислении сероводорода.



*Восстановительные барьеры* – возникают на участках, где окислительные условия сменяются восстановительными. В соответствии с двумя основными видами восстановительной обстановки – сероводородной и глеевой – выделяют и два вида восстановительных геохимических барьеров: **сероводородный (сульфидный) и глеевый.**

На восстановительных барьерах осаждается большая группа элементов, причем особенно много их концентрируется на сероводородном барьере - все халькофильные элементы (**Cu, Zn, Pb, Ag, Cd и др.**), **железо, уран, селен, молибден и др.** Меньшее число элементов накапливается на глеевых барьерах - **уран, ванадий, селен, рений.** Парагенная ассоциация элементов на сероводородном барьере во многом зависит от количества сероводорода. Если в водах его достаточно для осаждения всех металлов, поступающих к барьеру, то возникает полиэлементная ассоциация, включающая **медь, цинк, уран, серебро, никель, кобальт и т.д.** При недостаточном количестве сероводорода осаждаются будут только те металлы, которые обладают наибольшим сродством к сере. Это в первую очередь **медь и серебро.**

*Щелочной барьер* – возникает на участках резкого повышения рН, в частности там, где кислая среда переходит в щелочную, сильноокислая в слабокислую или же слабощелочная с сильнощелочную.

На щелочном барьере осаждаются большая группа химических элементов, в основном металлов, которые хорошо мигрируют в кислых и слабокислых условиях, а в щелочной среде образуют трудно растворимые гидроокислы. К их числу относятся **Al, Fe, Mn, V, Cr, Zn, Ni, Cu, Co, Pb, Cd**.

*Кислый барьер* - возникает при резком уменьшении pH, в частности при изменении нейтральных и щелочных условий на слабокислые и кислые. Он наиболее контрастен при большом перепаде pH, способствующем осаждению анионогенных элементов, в особенности **кремния**, но также **хрома, ванадия, урана, селена, молибдена**, соединения которых в кислой среде слаборастворимы.

*Сорбционный барьер* – имеет самое широкое распространение и проявляется практически во всех природных. Основными сорбентами микроэлементов являются органическое вещество почв, глинистые минералы, гидроокислы железа и марганца.

*Испарительный барьер* – отчетливо проявляется в аридных ландшафтах при энергичном испарении грунтовых вод.

*Термодинамический барьер* –  
возникает в результате резкого  
изменения одного из факторов внешней  
миграции – температуры или давления.



раствор

ТВ. ве-во

газ

*Комплексный геохимический барьер*

– участок, где в конкретных природных условиях проявляется несколько геохимических барьеров, накладывающихся друг на друга.

## Техногенные геохимические барьеры

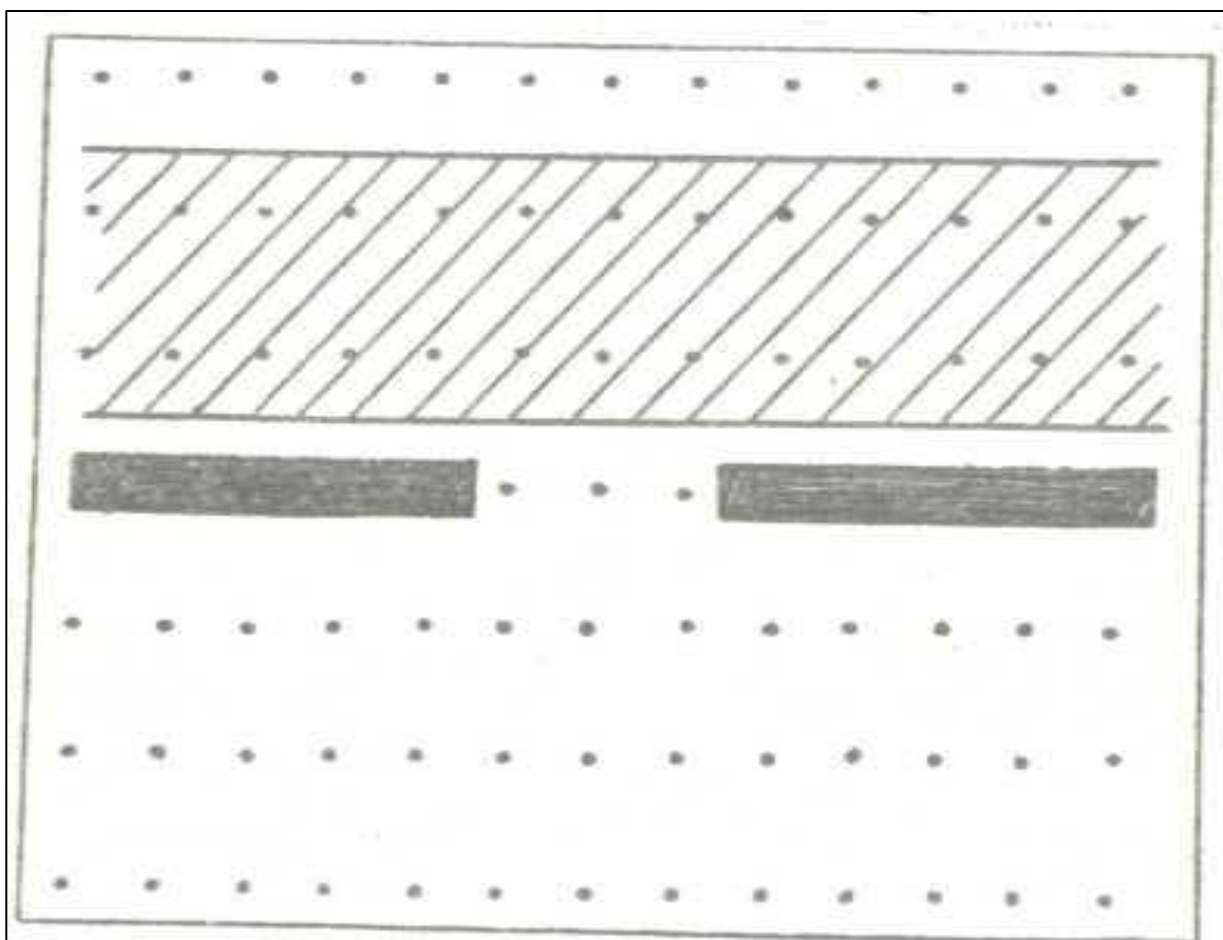
По определению А.И. Перельмана **техногенный геохимический барьер** – это участок **ноосферы**, где происходит резкое снижение интенсивности техногенной миграции и как следствие – концентрация химических элементов. Важно помнить, что техногенные барьеры – это барьеры, образующиеся **только в результате антропогенных изменений условий миграции.**



Классификация техногенных геохимических барьеров основана на тех же принципах, что и природных. Вместе с тем, полной аналогии здесь не может быть, так как в ноосфере возможны типы концентраций элементов, не вписывающиеся в известную схему. Это связано с тем, что в техногенной миграции нередко участвуют химические соединения, чуждые биосфере, никогда в ней не существовавшие и обладающие другими свойствами, нежели природные вещества (искусственные полимеры, лекарства, краски, сплавы и т.д.).

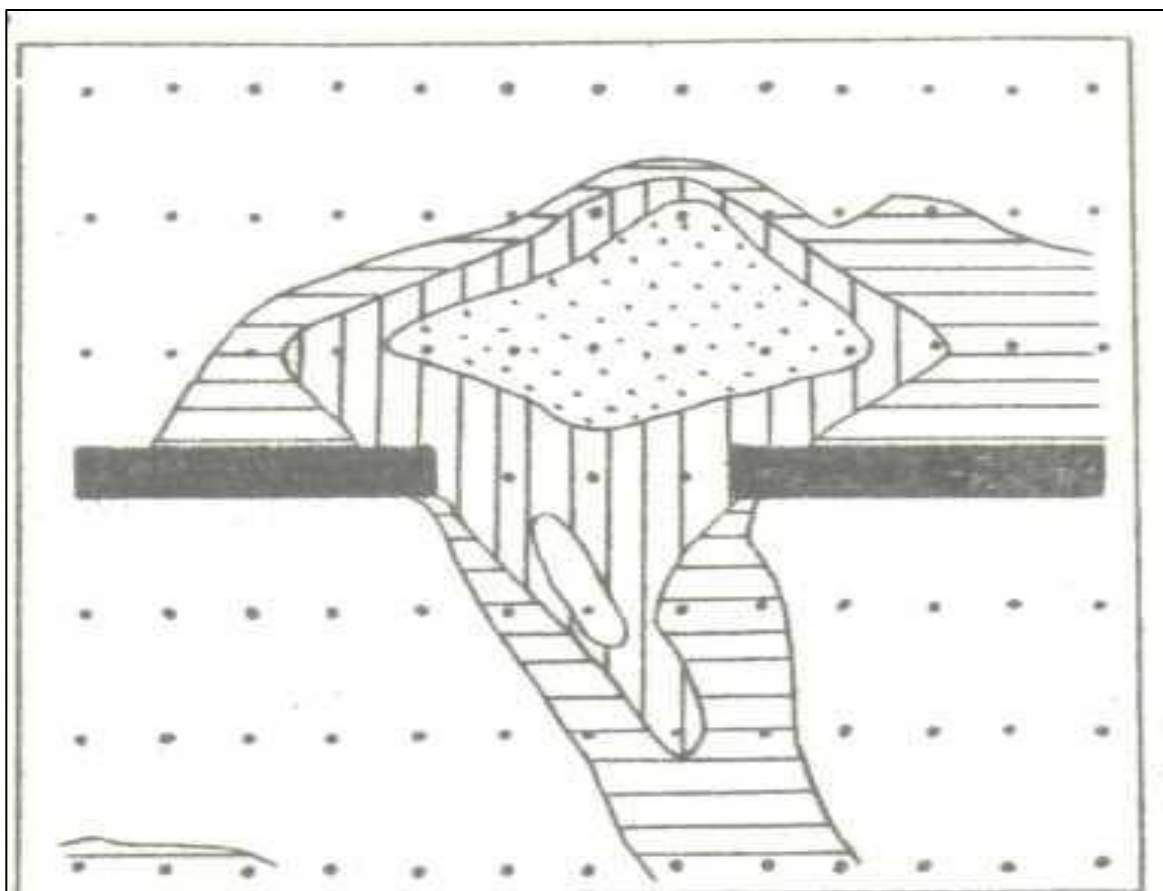
К группе техногенных барьеров следует отнести **искусственные геохимические барьеры**. Это участки ноосферы, где целенаправленно осуществляется изменение геохимической обстановки, приводящее к снижению интенсивности миграции химических элементов и как следствие – к их локализации. Создание искусственных барьеров позволяет решать целый ряд практических задач:

- формировать искусственные месторождения отдельных металлов;
- закреплять удобрения в почвах, мелиорировать почвы;
- локализовать загрязнения окружающей среды.



 1   
  2   
  3

Р и с. 17. Площадка испытания  
 искусственного щелочного барьера:  
 1 - участок внесения бордоской  
 жидкости; 2 - тело щелочного барье-  
 ра; 3 - места отбора проб



Р и с. 18. Поток техногенной меди на площадке испытания искусственного щелочного барьера (в  $10^{-3}\%$ ): 1 - менее 5; 2 - 5...10; 3 - 10...15; 4 - более 15; 5 - тело щелочного барьера; 6 - место отбора проб

Техногенным геохимическим барьерам противопоставляются **техногенные зоны выщелачивания**. Это такие участки ноосферы, в которых под влиянием техногенной миграции происходит выщелачивание (вымывание) подвижных элементов.

В зависимости от направления миграционных потоков геохимические барьеры подразделяются на радиальные, латеральные и двусторонние.

**Радиальные барьеры** формируются между различными генетическими горизонтами почв и донных осадков. В этих случаях миграционные потоки направлены преимущественно сверху вниз или снизу вверх. Иными словами радиальные барьеры отражают вертикальную геохимическую неоднородность как наземных, так и аквальных ландшафтов

**Латеральные (линейные)** барьеры формируются на границах раздела различных элементарных ландшафтно-геохимических систем при миграции веществ в субгоризонтальном (латеральном) направлении.

Для **двусторонних барьеров** характерна миграция химических элементов с противоположных сторон.

В зависимости от масштаба  
проявления выделяют **макро-, мезо- и  
микробарьеры**



# Геохимические аномалии

Геохимические аномалии представляют собой область содержаний одного или нескольких химических элементов, существенно отличающихся от геохимического фона. В свою очередь, **геохимический фон** – это среднее или модальное содержание элемента в пределах геохимически однородной системы (участка). Различают **положительные** (выше фона) и **отрицательные** (ниже фона) аномалии. Положительные аномалии образуются на геохимических барьерах, отрицательные – в зонах выщелачивания

По своему происхождению геохимические аномалии разделяются на **природные** и **техногенные**. К природным аномалиям относятся все месторождения, рудопроявления, связанные с ними первичные и вторичные ореолы, участки повышенной концентрации элементов на геохимических барьерах, а также многочисленные зоны выноса и пониженной концентрации элементов.

Геохимические аномалии образуются в различных природных средах – в горных породах и почвах, поверхностных и подземных водах, атмосферном воздухе, живых организмах, в связи с чем их разделяют на **литогеохимические, гидрогеохимические, атмогеохимические и биогеохимические (фитогеохимические и зоогеохимические).**

**Природные** геохимические аномалии различают по размерам. Те, которые соответствуют размерам отдельных рудных тел (и их первичных и вторичных ореолов) или месторождений, называются **локальными**, а те, которые соответствуют полям концентрации и перераспределения или полям рассеяния, — **региональными**. Региональные аномалии обычно выявляются при мелкомасштабных геохимических исследованиях, а локальные — при средне- и крупномасштабных. В пределах площадей, занимаемых региональными аномалиями (и на их фоне), выявляются локальные.

Проверка локальных аномалий должна приводить к выявлению месторождений и отдельных рудных тел.

По отношению к телам (месторождениям) полезных ископаемых локальные геохимические аномалии можно разделить на перспективные, неперспективные и ложные.

*Перспективные аномалии* генетически связаны с полезными ископаемыми. Именно эти аномалии могут и должны использоваться при поисках отдельных тел и месторождений полезных ископаемых.

*Неперспективные аномалии* — это геохимические аномалии, связанные с повышенными, но непромышленными концентрациями элементов (их соединений) в горных породах.

*Ложные аномалии*, выявляемые при поисках месторождений по первичным ореолам, отличаются от описанных тем, что они не связаны со сколько-нибудь повышенным для данного типа горных пород содержанием каких-либо элементов. Возникновение таких аномалий в горных породах обычно вызвано неправильным объединением в одну выборку проб, отбираемых из различных пород. Так, «попадание» в выборку проб из карбонатных пород нескольких проб основных или ультраосновных магматических пород приведет к их выделению в виде ложной аномалии Co и Ni.

**Техногенные** геохимические аномалии, т.е. участки повышенного или пониженного содержания химических элементов (относительно местного фона), образуются в результате хозяйственной деятельности человека.

Можно выделить три основных вида техногенных аномалий.

1) Аномалии, формирующиеся на техногенных геохимических барьерах путем накопления элементов, поступающих как с природными, так и с техногенными миграционными потоками.

2) Аномалии, образующиеся на природных геохимических барьерах за счет осаждения элементов из техногенных потоков.

3) Аномалии (отрицательные), возникающие в результате интенсивного антропогенного выноса элементов.

Кроме того, различают **регрессивные, трансгрессивные и неотрасгрессивные** техногенные геохимические аномалии.

**Регрессивные** аномалии (иначе их можно назвать реликтовыми) выявляются только в долговременно депонирующих (аккумулирующих) загрязнение компонентах ландшафта (почвах, донных отложениях) и отсутствуют в транспортирующих средах (воздухе, воде), а также в средах кратковременно депонирующих загрязняющие вещества (снег, поверхность растений). Они отражают воздействие некогда существовавших источников загрязнения, ныне не функционирующих.



**Трансгрессивные** аномалии развиваются одновременно в депонирующих и транспортирующих средах, фиксируя устойчиво существующие источники со стабильными зонами загрязнения.

Что касается **неотрансгрессивных** аномалий, то они связаны с недавно созданными техногенными источниками и поэтому проявляются только в природных средах, транспортирующих и кратковременно депонирующих загрязнение.

В зависимости от размеров различают глобальные, региональные и локальные техногенные аномалии. **Глобальные аномалии** охватывают весь земной шар или значительную его часть.

**Региональные** – захватывают части материков, отдельные страны, области, зоны или провинции.

**Локальные** техногенные аномалии связаны с конкретными источниками загрязнения (заводом, рудником и т.п.). Их радиус не превышает нескольких десятков километров. Пространство, занимаемое локальной аномалией, называют **техногенным ореолом рассеяния**.