

Геохимия ноосферы



Ноосféра (греч. νόος — «разум» и σφαῖρα — «шар») — сфера разума; сфера взаимодействия общества и природы, в границах которой разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором развития.

По определению Л.Н. Овчинникова (1990), - это ***зона взаимодействия человека с природой, включающая в себя биосферу и охватывающая доступные части литосферы, гидросферы и атмосферы + доступные части космоса.***

Понятие «ноосфера» было предложено профессором математики Сорбонны **Эдуардом Леруа** (1870—1954), который трактовал ее как **«мыслящую» оболочку, формирующуюся человеческим сознанием**. Э. Леруа подчёркивал, что пришёл к этой идее совместно со своим другом — крупнейшим геологом и палеонтологом-эволюционистом и католическим философом **Пьером Тейяром де Шарденом**. При этом Леруа и Шарден основывались на лекциях по геохимии, которые в 1922/1923 годах читал в Сорбонне **Владимир Иванович Вернадский** (1863—1945).

По определению А.И. Перельмана:

«Ноосфера – это часть нашей планеты, охваченная техногенезом»

Геохимия техногенеза

Понятие техногенеза ввел А.Е. Ферсман в 1922 г.

«Техногенез – это геохимическая деятельность человечества».

Техногенез становится ведущим геологическим (геохимическим) процессом.

Главную роль в ноосфере играет техногенная миграция элементов.

Выделяют *техногей*, *техноцен* (*технозойский этап*) – это этап геологической истории, начавшийся около 8000 лет назад

(Зубаков В.А. Техногей и плейстоцен // Периодизация и геохронология плейстоцена. – М., 1970. – С. 10-14.)

Техноцен (техногей) – время, связанное с производственной деятельностью человека (Ганелин, Зубаков, 1977).

В XXI веке техногенез стал главным геологическим фактором на поверхности Земли.

Основные тенденции развития современного горного производства:

- 1. Увеличение спроса на минеральное сырье**
- 2. Возрастание масштабов добычи сырья**
- 3. Истощение ресурсов. Ухудшение качества сырья**
- 4. Увеличение количества отходов**
- 5. Ухудшение экономических показателей добычи и переработки сырья**
- 6. Возрастание мощности добывающих предприятий**
- 7. Увеличение мощности добывающей техники**
- 8. Возрастание степени воздействия на окружающую среду**

Увеличение спроса на минеральное сырье

Возрастание масштабов добычи сырья

В год добывается более 100 млрд.т минерального сырья

В год перемещается более 100 км³ горных пород, что соизмеримо с денудационной деятельностью рек.

Мощность производства удваивается каждые 14-15 лет



Внешние признаки воздействия на окружающую среду



Ноосфера существенно отличается от биосферы ускорением и возрастанием темпов миграции химических элементов.

Процессы техногенной миграции (по А.И. Перельману):

I группа – унаследованные от биосферы (биологический круговорот, рассеяние элементов при отработке месторождений, распыление вещества и др.)

II группа – чуждые биосфере (не существовавшие ранее). Они находятся в противоречии с природными процессами. Для ноосферы характерно самородное и концентрированное состояние многих химических элементов и металлов.

Например, Fe, Ni, Cr, V и др. Это не соответствует физико-химическим условиям лито-, атмо-, гидро- и биосферы.

Человечество тратит много энергии, чтобы получать и содержать эти элементы в самородном состоянии.

В ноосфере изготавливаются химические соединения, никогда в других сферах не существовавшие и обладающие свойствами, не известными у природных материалов (полимеры (полимерный бронежилет – 4кг, наноткани, нанотрубки), пластмассы и др.)

В некоторых процессах мы приближаемся к ***нулевой точке*** рождения ВСЕЛЕННОЙ (термоядерные реакции, адронный коллайдер).

Для характеристики этих процессов необходимы новые понятия и новые методы

Использование химических элементов в ноосфере

Количество добываемых элементов неодинаково, часто противоречит кларку и зависит от:

- **Свойств химических элементов** (Au, Pb, PЗЭ, Al, Ti)
- **Простоты технологии получения** (Au, Cu, Pb, Sn, Zn, Hg → Fe → Ti, Al → PЗЭ, Sc)
- **Способности к образованию высоких концентраций** (МПИ). Sc, Rb, Cs – рассеянные элементы, используются слабо. Au, Hg – низкокларковые, а используются с древности.
- **Кларка в земной коре** (чем выше кларк, тем больше химического элемента добывается или может быть добыто)

Технофильность

Технофильность – это отношение ежегодной добычи элемента (Д) к его кларку в земной коре (К).

$$T = \frac{D}{K}$$

Примеры: родственные пары Fe и Mn, Cu и Ag.

$$T_{\text{Fe}} = \frac{3,1 \times 10^8}{4,65} = 6,6 \times 10^7$$

$$T_{\text{Mn}} = \frac{6,0 \times 10^6}{0,1} = 6,0 \times 10^7$$

$$T_{\text{Cu}} = \frac{5,4 \times 10^6}{4,7 \times 10^{-3}} = 1,1 \times 10^9$$

$$T_{\text{Ag}} = \frac{8,0 \times 10^3}{7,0 \times 10^{-6}} = 1,1 \times 10^9$$

Близкая технофильность: Cd и Hg, Ta и Nb, U и Mo, Ti и Zr и др.

Различная технофильность: Cl и F, K и Na, Ca и Mg

Технофильность изменяется для стран, континентов, мира в целом. Она очень динамична.

Самый технофильный элемент ??

$$T_{\text{?}} - 1,1 * 10^{11}$$

Наименее технофильны Y, Ga, Cs, Th, Sc. Но учитывая их кларки, можно прогнозировать рост.

А.Е. Ферсман: «Природа подсказывает, что культура и промышленность должны строиться на элементах, наиболее распространенных в земной коре»

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА (по А.Е. ФЕРСМАНУ):

1. Геохимическая деятельность по своему масштабу делается соизмеримой с другими природными процессами в земной коре.
2. Деятельность эта в основе металлургических и химических процессов направлена в значительной части к накоплению веществ с большими запасами энергии, чем природные тела.
3. Создавая, таким образом, малоустойчивые системы, человек направляет свою деятельность против естественно идущих геохимических реакций с которыми она неизбежно вступает в конфликт.

4. Геохимия деятельности человека подчиняется законам Кларка, с одной стороны, и периодическому закону Менделеева - с другой.

5. Человек постепенно втягивает в обиход промышленности все без исключения элементы земной коры.

6. Геохимическая деятельность человечества не ограничивается промышленной переработкой самих элементов земной коры, она в не меньшей степени, хотя и косвенно, перемещает их своей инженерной, культурной и общехозяйственной жизнью, подчиняя себе, таким образом, силы природы.

7. Сама деятельность человека регулируется геохимическими законами природы и, в свою очередь, оказывает воздействие на последнюю.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ, КОТОРЫЕ ПРОИЗВОДИТ ЧЕЛОВЕК (по А.Е. Ферсману)

1. **Сжигание** С, Н, S в CO_2 , H_2O , SO_3 .
2. **Выплавка из окисленных и сернистых соединений металлов** (Fe, Cu, Al, Zn, Pb и др.).
3. **Перемещение и создание устойчивых строительных или дорожных материалов.**
4. **Промышленное использование редких и дисперсных элементов.**
5. **Химическая переработка природных солей (растворимых, с большими кларками).**

Ход первых реакций идёт в сторону обычных процессов природы - уменьшения свободной энергии и образования соединений весьма устойчивых, с освобождением при этом большого количества тепловой, световой и химической энергии.

Им противоположен, с энергетической точки зрения, второй процесс, который ведёт к образованию неустойчивых, но очень важных по своим свойствам металлических группировок.

Гораздо интереснее и характернее третий тип процессов, который заключается в стремлении использовать для разных целей вещества, наиболее стойкие химически, термически и механически.

С этим понятием стойкости против плавления, истирания или растворения мы уже встречались при анализе природных геохимических процессов, и поэтому нам совершенно понятно, что наиболее отвечать этой задаче будут сочетания элементов Ca, Mg, Fe, O, Si, отчасти S, т.е. элементы чётных, делящихся на 4, лежащих в пиках кривых кларков. Мы приходим, таким образом, к очень интересным выводам: промышленная деятельность человека, в согласии с кривыми Кларков и геохимическими чертами Менделеевской таблицы, использует по преимуществу три группы элементов: 1) **металлы металлического поля**, 2) **устойчивые, термически и механически стойкие элементы обычного поля** и 3) **подвижные нечётные редкие элементы**. Энергетически в области техногенеза мы имеем, таким образом, огромные амплитуды в ходе процессов, но несомненно, что ни в одной системе космоса мы не встречаемся с такими реакциями, которые бы шли столь очевидно вразрез с законом энтропии.

Загрязнение окружающей среды

«Существование и развитие жизни возможно только в равновесии с окружающей средой» - Л.Н.Овчинников, 1990

«Создавая, таким образом, малоустойчивые системы, человек направляет свою деятельность против естественно идущих геохимических реакций с которыми она неизбежно вступает в конфликт» — А.Е.Ферсман

Загрязнение Что это?

«Грязь-химические вещества не на своем месте»
— КТО-ТО

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ -
антропогенно обусловленные поступления
вещества и энергии в окружающую среду,
приводящие к ухудшению ее состояния с
точки зрения социально-экономических
интересов общества

Нарушение экологического равновесия:

- ***мгновенные*** – катастрофические (Кракатау, Эйяфьядлайёкюдль, Три-Майл-Айленд, Чернобыль, Фукусима)
- ***Медленные*** – эволюционные (вырубка лесов, деградация почв, ухудшение качества воды в р. Ангара и др)

Техногенные аномалии:

По масштабам:

- Глобальные (Чернобыль, Фукусима)
- Локальные (Загрязнение реки Ушайка, разлив нефти на месторождении)

По отношению к окружающей среде:

- Полезные (сад в пустыне)
- Вредные
- нейтральные



Основные загрязнители ОС

- Сжигание топлива
- Горнодобывающее производство
- Производство металлов и сплавов (металлургия)
- Транспорт
- Загрязнение бытовыми отходами
- Предприятия ЯТЦ

При выплавке 1 млн. тонн стали в окружающую среду выбрасывается: 100 тыс т пыли, 30 тыс т CO_2 , 8 тыс т SO_2 , 3 тыс т NO_x , 1 тыс т H_2S , 50 т HCN , 40 т HCl , 30 тыс т шламов, 800 тыс т шлаков.

$\Sigma \approx 1$ млн. тонн

Из общего количества извлекаемых металлов рассеивается (Л.Н. Овчинников):

Se - >90%, As >60%, Hg – 55%, более 30% - Ti, Al, Sb, Ag, Mo, Pb.

Принципиально важно, что в большинстве случаев металлы и их соединения попадают в ОС в **нераспространенных** и даже **не известных** в природе формах и соединениях.

При размерах площади рудных тел и месторождений $n \cdot 0,1 - n \cdot 1 \text{ км}^2$, зоны загрязнения вблизи горнодобывающих предприятий имеют размеры $n \cdot 100 \text{ км}^2$, а потоки загрязнения по гидросети прослеживаются на $n \cdot 10 - n \cdot 100 \text{ км}$,

Сельскохозяйственное производство:

- Ядохимикаты (в т.ч. Hg, гербициды, пестициды).
- Удобрения (патент на разработку удобрений)
- ОТХОДЫ (стоки животноводческих и птицеводческих хозяйств и др.)

Тепловая энергетика:

Деятельность предприятий ТЭК, направленная на благо человека, приводит к техногенному воздействию на окружающую природную среду. **На его долю приходится около 48% выбросов вредных веществ в атмосферу и 23% сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, около 22% образования вредных отходов и до 70% общего объема парниковых газов.**

На долю предприятий электроэнергетики приходится в настоящее время 25,3%, нефтедобычи – 10,6%, нефтепереработки – 4,8%, угольной отрасли – около 4%, газовой отрасли – 3,2% от общепромышленных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (в сумме $\approx 48\%$).

Общая модель ТЭС



Содержание ртути в углях восточной и западной частях Канско – Ачинского бассейна

Месторождения	Содержание Hg, г/т
Кривлякское	0,13
Суховское	0,025
Степановское	0,025
Абанское	0,03
Канское	0,03
Бородинское	0,03
Латынцевское	0,12
Переясловское	0,066
Шарбышское	0,03
Балайское	0,018
Саяно - Партизанское	0,12

Месторождения	Содержание Hg, г/т
Назаровское	0,03
Разрез «Новоалтатский»	0,05
Березовское	0,092
Сереульское	0,049
Сухобузимское	0,03
Большесырское	0,03
Улуйское	н.д.
Козульское	0,063

Расчетная годовая эмиссия ртути от сжигания углей по отдельным регионам, т/год (по Н.В. Купреевой, 2011)

Регион	Потребление угля, млн.т/год	Среднее содержание Hg, г/т	Эмиссия Hg, т/год
Красноярский край	54,4	0,05	2,7
Алтайский край	6,7	0,074	0,5
Иркутская область	20	0,09	0,95
Кемеровская область	26,945	0,074	1,99
Регионы	108,05		6,14

Геохимия урбосистем

В 2013 году в городах России (1097 населенных пунктов):

- Проживало 74,03% населения страны (106127 тыс. чел.).
- Производилось 80% валового продукта
- Поставлялось в ОС 80% загрязняющих веществ

Крупные промышленные города выступают как мощный источник загрязнения ОС.

Геохимия городов определяется:

- *Внешними факторами* (климат, ландшафт, геохимическими особенностями данного участка геосфер (лито- гидро- атмо- биосферы)
- *Внутренними факторами* (численность населения, наличие и концентрация промышленных предприятий, планировка, инфраструктура, утилизация отходов и др.)

Для оценки степени загрязненности городов используют коэффициент эмиссионной нагрузки (E)

$$E = \frac{P}{N}, \text{ где } P - \text{ количество выбросов города, тыс.т в год,}$$

N – число жителей, тыс. чел.

Обычно величина E составляет:

- От 0,1 до 0,7 в городах с населением > 500 тыс жителей
- $>0,3$ в городах с преобладанием химической и нефтехимической промышленности (Омск, Ярославль, Уфа, Тольятти) и тяжелого машиностроения (Челябинск, Тула).
- В малых и средних промышленных городах от 0,2-0,3 до 10 (Н. Тагил, Ангарск, Череповец, Магнитогорск, Темиртау, Норильск)
- В Москве - 0,12

Основными показателями загрязнения являются:

- *Характер* (по составу загрязнителей)
- *Масштабы* (уровни концентрации и площади)
- *Загрязнение депонирующих* (накапливающих) *сред* (снег, почва)

Геохимическая специализация городов определяется промышленностью:

Норильск – Cu, Ni, Pb, ЭПГ

Тольятти – Cr, Mo, Ni, Pb, Cu

Братск – Al, F, Zn, Be, Pb, 3,4-бензпирен

Чернобыль – Pu, ^{137}Cs , ^{90}Sr

Климатические и ландшафтно-географические типы городов:

- Тундра, тайга, степь, пустыня
- Континентальные, приморские, островные
- Котловина, водораздел

Равнинные города – Москва, Новосибирск, Томск

Горно-котловинные и горно-долинные – Улан-Батор,
Тбилиси, Абакан-Черногорск, Горно-Алтайск

Предгорные – Бийск, Алма-Ата

Приморские – Санкт-Петербург, Владивосток,
Севастополь

Геохимическая специализация литогенного субстрата:

- **Фоновые ландшафты** с околокларковым содержанием химических элементов
- **Субаномальные ландшафты** с повышенным содержанием химических элементов
- **Природно-аномальные ландшафты** (как правило, это города, построенные на месторождениях)

Новосибирск - на гранитах

Томск - на глинистых сланцах

Сорск, Норильск – на месторождениях

Геохимическая систематика городских ландшафтов.

Существует несколько подходов. Согласно Касимову Н.С в основу положены **два фактора:**

- техногенный

и

- природный.

При этом учитываются параметры техногенной миграции, характер трансформации и деградации биологического круговорота

(Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафтов. Учебник – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 610 с.)

Выделяются 5 основных порядков (типов) ландшафтов:

1. Парково-рекреационный

2. Агротехногенный

3. Селитебный (жилой)

Привнос
(эмиссия)
загрязняющих
веществ

4. Селитебно – транспортный

5. Промышленный

Источники
техногенной
эмиссии
загрязняющих
веществ

1. Парково-рекреационный

(recreatio, лат – восстановление)

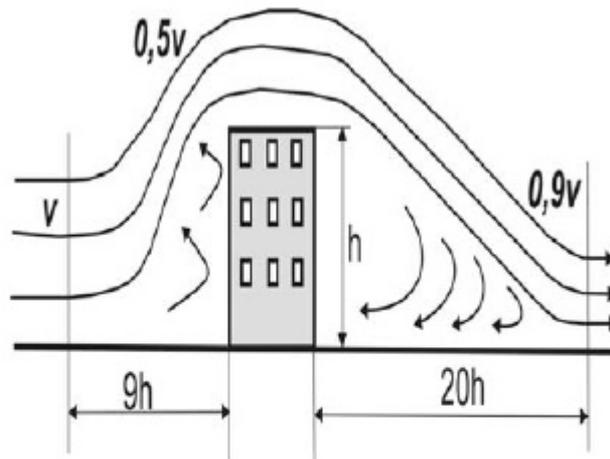
Испытывает наименьшую техногенную нагрузку. Здесь велика роль биогенной миграции.

2. **Агротехногенный** – испытывает двойную нагрузку от загрязняющих веществ (атмотехногенных и агрогенных – удобрения и ядохимикаты, отходы животноводства)

3. Селитебный (жилой)

СЕЛИТЕБНЫЙ - предназначенный под застройку или находящийся под застройкой (о земле в населенных пунктах).

Жилые здания и сооружения служат механическим барьером на пути воздушных потоков. При этом формируются геохимические аномалии, контрастность которых зависит от высоты и расположения зданий.



Движение ветрового потока через препятствие.
 h – высота препятствия;
 v – скорость ветра

Этажность зданий определяет:

1. Циркуляцию потоков
2. Плотность населения
3. Количество и способы утилизации отходов
4. Водоснабжение
5. Комфортность
6. Специфические заболевания
и др.



Возникает «**антропогенный рельеф**»:

1 этажный; 2 этажный; 3-4 этажный; 5-10 этажный;
>10 (восходящие воздушные потоки)

Жилые здания и коммуникации определяют

направление и интенсивность миграции грунтовых вод, иногда и подземных.

4. Селитебно – транспортный

Делится на отделы по категории магистралей, интенсивности движения (переулки, улицы, автострады, вокзалы и т.д.).



5. Промышленный

Делится в зависимости от типа производства, добываемого и перерабатываемого сырья, источника энергии и характера отходов.

Выделяют ландшафты:

Заводов, фабрик, рудников по специализации

(Норильский ГМК - Cu, Ni; Приаргунское ПГХО – U; Западно-Сибирский металлургический комбинат - Fe);

Электростанций (тепловых, атомных);

Отвалов;

Свалок;

и т.д.



Старый Демидовский завод в Нижнем Тагиле



Коксохимический завод в Челябинске

При выделении *разделов (типов) городских ландшафтов* учитывается следующее:

- Уровень загрязнения
- Характер водной миграции (pH, Eh)
- Представления об автономности и подчиненности ландшафтов
- Характер рельефа
- Состав почв и грунтов (механический, физико-химический и др.)

Комплексная эколого-геохимическая оценка состояния городов включает в себя (Касимов и др.):

- 1. Оценку природного геохимического фона** окружающей территории (типы ландшафтов, информация о содержании химических элементов во всех компонентах ОС)
- 2. Ландшафтно-геохимический анализ состояния городов** (источники выбросов, транзитные среды, депонирующие среды)
- 3. Техногенные источники загрязнения.**
Инвентаризация техногенных источников – важнейшая и первоочередная задача (Au-приборный з-д, Zn-транспорт (покрышки), Pb – ГСМ, Hg - ??, F - ??).

4. Аэрозольные выпадения (газы, аэрозоли, пыль). В городах пыле-аэрозольные выпадения существенно отличаются от сельской местности.

5. Атмотехногенное загрязнение снежного покрова (желтые пятна от среднеазиатского песка, красный снег от кирпичного завода, черный-от копоти котельных и автомобилей и др)

6. Геохимия почвенного покрова (в городах много искусственных грунтов)

7. Биогеохимия городской среды

8. Техногенные потоки в водах и донных отложениях

9. Медико-биологический анализ (анализ заболеваемости и состояния здоровья) – Рихванов Л.П., Ильинских Н.Н., Нарзулаев С.Б. и др., г. Томск

