

ГЕОЛОЖКИ ФАКТОРИ НА ЕКОЛОГИЧЕСКИЯ РИСК В РУСИЯ

Т. А. Барабошкина

Московски държавен университет "М. В. Ломоносов"
E-mail: tatyana@geol.msu.ru

РЕЗЮМЕ

Геоложките фактори (природно или техногенно трансформират литосферата), на които организмите реагират чрез адаптации могат да бъдат разглеждани като еколого-геоложки рискови фактори (ЕРФ). Те предизвикват болести и хората, подтискат способностите да живеят на фито-, зоо-и микро екологичните групи. Днес главните изследователи на ЕРФ отделят първостепенно значение на изучаването на негативното влияние на техногенните (геохимични, физични) фактори. Живият компонент на екосистемата обаче е подложен на непрекъснат натиск от естествените геохимични и геофизични фактори. Тяхното синергично влияние предизвиква подтискане на степен на комфорт в съществуващата флора и фауна поради което еволюцията на литосферата и биосферата става в близка взаимовръзка. Според систематиката на медицинско-екологичните, биохимичните, геоложките, хидрогеоложките данни, почвите, скалите, прясната вода на Русия и на други страни, не се осигуряват стабилен прием с храната на целия спектър жизненоважни елементи (I, F, Ca, и др.). Като функционални зависимости в системата "литосфера-флора и фауна", геоложките фактори на ЕРФ могат да бъдат подразделени както следва: I – еколого-геохимични, II – еколого-геофизически и III – еколого-геодинамични; според времето на влияние (постоянни, временни и кратковременни); според области на влияние (местни, регионални и глобални); според източника на възникване (лито-, хидро, атмогеохимични) и сложния тип според формата на екологичния носител (фито-, зоо-, антропоцентри и комплекси). Проведените комплексни изследвания както на естествените, така и на трансформираните региони позволи да се открият местните и регионални ЕРФ. Тяхното познаване дава възможност на регионално ниво да се подобри качеството на важните хранителни продукти (заедно с подобрение използването на питейната вода) и да се извърши уеднаквяване на естествените и техногенни влияния на ЕРФ.

ВЪВЕДЕНИЕ

Биотичният компонент на екосистемата е подложен на непрекъснато обединено въздействие на различни абиотични фактори (климатични, атмосферни, хидроложки, космически, геоложки и др.). Статията е фокусирана върху анализ на зависимостта на жизненоважните вещества от структурата и свойствата на литосферните вещества.

Геоложките фактори (естествено или техногенно трансформират литосферата, чиито организми реагират чрез адаптация) могат да се разглеждат като фактори на еколого-геоложки риск. Те причиняват болести и у хората, подтискат способността да оцеляват във фитоценозата, зооценозата и микробиоценозата и тяхната смъртта в критични ситуации.

По време на еволюцията на литосферата и биосферата, в резултат на интегрираното влияние на жизненоважните вещества на геофизичните, геодинамични и геохимични полета, се формира се здрава функционална връзка в системата "литосферни вещества - човек", която е понастоящем е фиксирана [14-17].

Еколого-геоложката система се приема като комплексна динамична отворена система, в която подсистемните елементи (източници на въздействие, геоложки компоненти на природната среда, екологичен носител) са тясно свързани. [7, 14].

Ако в еко-геосистемата се появят негативни връзки дори между един от компонентите на литосферата и флората и фауната, т.е. появата на абиотична и биотична

подсистема, екогеосистемата може да се отнесе към категорията на екогеопатогенна.

Близката негативна функционална връзка, която съществува между абиотичните и биотични компоненти предизвиква формирането на екогеосистеми от различни йерархични нива – местни, регионални или глобални. Пример за регионална екогеопатогенна система в Русия са биохимичните зони (фиг.1). Проблемният дефицит на жизненоважни за флората, фауната и човека елементи в компонентите на скалите (J, F, Zn, Se и др..) е пример за глобално влияние на природата, обхващат Евразия и други страни [4].

Разглеждайки типа на биосителите можем да говорим за микробиоцентричен, фитоцентричен, зооцентричен, антропоцентричен и комплексен тип системи.

Система от съвременни критерии [3, 5, 6,12, 13] за оценяване качеството на абиотичните и биотични компоненти е показана в табл. 1. Тяхното кумулативно използване позволява да се направи обобщена еколого-геохимична оценка на териториите за различните представители на флората и фауната.

Има три нива на интензивност на влияние на негативните абиотични системи върху биотичните системи, които съвпадат с реда на литосферните класове, приети в еколожката геология, свързани с условията в екосистемата [11, 14]. Екогеопатогенните системи от първо ниво на влияние съответстват на клас условно-задоволителни условия на литосферните компоненти и екосистемни зони на риск. Екогеопатогенните системи от второ ниво на

въздействие са адекватни на клас незадоволителни условия на литосферните компоненти и екосистемната зона на криза. Екогеопатогенните системи от трето ниво съответстват на клас катастрофални условия на литосферните компоненти и екосистемната зона на бедствие.



Фигура 1. Схематична карта на биохимично териториално деление на Русия и съседните страни [8]
I - Биогеохимични зони (региони на биосферата) и зони области (зони подрегиони на биосферата).

1 - 4 - Тайга- горска нечерноземна зона [области: 1 - бедна на Со, Си, Ј, Са и Р, 2 - бедна на Ј и Со, 3 - Богата на Sr, бедна на Са, 4 - с нормално съдържание на Си и Со, а също и обогатена с В и Sr върху замръзнали почви (азонални области)].

5 - горска степна и степна черноземна зони (има области от сиви дървесни и долини почви, бедни на Ј).

6 - 8 - Суха сфера, полупустинна или пустинна зона (области: 7 - често с недостатъчно съдържание на Ј, с излишък на Мо и SO₄²⁻; 8 - обогатен с В; има области, бедни на Ј.

9 - Планински зони (срещат се области, бедни на Со, Си, Са; области бедни Ј са широко разпространени).

II - Азонални области (азонални подрегиони на биосферата). Области: 10 - Богати на Со; 11 - Бедни на Ј и Мп; 12 - Богати на Рb; 13 - Богати на Мо; 14 - Богати на Sr и Са; 15 - Богати на Se; 16 - с променливо съотношение на Си, Мо, Рb; 17 - Богати на U; 18 - Богати на F, 19 - Богати на Си; 20 - С непостоянен обмен на Си; 21 - Богати на Ni, Mg, Sr, бедни на Со, Мп; 22 - Богати на Ni.

Ако проследим негативното влияние на еколого-геохимичните фактори на риск върху биотата на територията, можем да говорим за екогеопатографски системи с геохимична специализация.

Ако патогенията на екогеосистемата се определя основно от еколого-геофизични или еколого-геодинамични рискови фактори, ние имаме работа с екогеопатогенни системи с геофизическа или геодинамическа специализация.

Най-често обаче имаме обединено въздействие на еколого-геодинамичните, еколого-геофизичните и еколого-геохимичните фактори на риск. Може да се говори за синергични екогеопатогенни системи, в рамките на които се наблюдават широк спектър негативни биологични реакции на живите организми. Екогеопатогенните системи са подразделени на три класа: естествени, естествено-техногенни и техногенни. По-подробно ще разгледаме горезисловеното на примера на екогеопатогенни системи с геохимична специализация и ще анализираме механизма на диагностиране на факторите на еколого-геохимичен риск, които имат водеща роля за формирането на екогеопатографските системи с геохимическа специализация. В зависимост от компонента на

литосферата -факторът, играещ водеща роля в еколого-геохимическия риск, екогеопатогенната система се класифицира като литогеохимична, хидрогеохимична, атмогеохимична или от сложен тип. Трябва да се отбележи, че спецификата на градския район е нарушението на тропичната връзка. Естествено-техногенните екогеопатогенни системи от сложен тип са по-често в градските райони. Този тип системи са разпространени навсякъде в границите на градските територии (Екатеринбург, Москва, Норилск, Санкт Петербург и др.) [9, 10,11, 18].

Таблица 1. Схеми на оценка на геоложките системи

Компонент на екосистемата	АБИОТИЧЕН	Зона на разрушаване на екосистемата							
		Нормалн а	Риск	Криза	Бедствие				
		Клас от еколожката редица на литосферата							
		задоволи телно	Условно задоволително	Незадово лителни	Бедствени				
БИОТИЧЕН	ФИТОЦЕНОЗИ	НИВО НА ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ГЕОЛОЖКИТЕ ФАКТОРИ ВЪРХУ ЕКОЛОГИЧЕСКИЯ НОСИТЕЛ							
		0	I	II	III				
		Основно съдържание на субстанции							
		< MAC	3-5 MAC	5-10 MAC	> 10 MAC				
Ж	Микроорган изми	Концентрация на микроелементи в посевите, пасищата и в растителните фуражи (mg/kg суха субстанция)							
		Елементи	Прагови концентрации						
			0	I	II	III			
			Норма	Ниска	Висока	Ниска	Висока	Ниска	Висока
		F	5-30	3-5	30-100	1-3	100-200	< 1	> 200
		J	0,2-2,0	0,1-0,2	2-5	0,05-0,1	5-20	< 0,05	> 20
		Se	0,05-1,0	0,03-0,05	2-10	0,01-0,03	10-50	< 0,01	> 50
		Cu	5-20	2-20	20-80	0,5-2	80-100	< 0,5	> 100
		As Cd Cr Pb Ni Hg Sb съдържания във фуража и посевите (по-големи MPL, пъти)							
		1,1-1-5	1,5-5	5-10	> 10				
Съдържание на елементи в сухо тегло: а) листове от бреза; б) в иглиците на бор, mg/kg									
а) 10-30	30-50	50-130	> 130						
б) 10-30	30-70	70-100	> 100						
Ниво на активните микроби в биомаса (намаление в брой пъти)									
< 5	5-10	10-50	> 50						
Домашни животни, %									

	ивотни	Рядко < 10	Случайно 10-20	Редовно 20-50	Общо > 50
	Хора	Pb съдържание в биокомпоненти (с – в кръвта, мкг/100 ml; d – в косата kg/g)			
c)		0-9	15-19	15-44	>45
d)		9,8+-1,9		8	24

Забележки: Критериите са представени селективно; Zc – Общо съдържание на вредните елементи; MAC – максимално разрешено ниво; MPL – максимално допустимо ниво

Един от проблемите на еколого-геоложките изследвания е откриването и картирането на еколого-геохимичните фактори на риск (естествени и техногенни), които могат да се отразят като патоложко развитие във флората и фауната. Минималното множество параметри за конкретен регион ще бъде определено чрез типа на неговото функционално използване и способно да разпространи екогеопатогенните системи както с излишък, така и с дефекти и отклонения на химичните елементи..

Обичайна практика при определяне на границите – високи концентрации на токсични субстанции в питейните води и храните, е да се пренебрегват достиженията на биогеохимията в областта на ниските прагови концентрации на биофилните (жизненоважни) елементи, което е пагубно за здравето на нацията. Пазарът на естествени храни, произведени в Русия, заедно с другите социални фактори е една от причините за рязкото влошаване на здравето на населението. Поради анархията при вноса на хранителни продукти, несъответстващи на регионалните особености и фактори на еколого-геохимичен риск, е възможно да се появят изкуствено генерирани хранителни ендемии, които са вторично наложени на природата.

Познаването на местните фактори не еколого-геохимичен риск позволяват на регионално ниво да се нагласява качеството на внесените хранителни продукти (заедно с корекцията на използваните питейни води); да се извърши също изравняване на въздействието на природните и техногенни фактори на еколого-геохимичен риск.

Видът на екогеопатогенните системи предопределя ресурсния потенциал на региона, неговото функционално използване и нивото на минералите, необходими за минимизирането на негативното влияние на част от литосферата върху биогата.

Нека разгледаме един пример на техногенна екогеопатогенна система, развита в границите на аксиалната зона Голям Кавказ.

Еколого-геоложките изследвания представят комплекс от еколого-геохимични, еколого-геофизични, еколого-динамични, пейзажно-геохимични, биогеохимични, медицинско-екологични и социално-екологични изследвания. Основната цел е определянето на естественото и техногенно геохимично действие върху състоянието на флората и фауната и здравето на хората. Техногенните аномалии имат поликомпонентен състав, така че се използва интегриран параметър на замърсяването (Zc) за оценяване степента на замърсяване [1, 2]. При извършването на еколого-геохимичните изследвания е

необходимо да се използва критерий за оценка на околната среда от позицията за здравето на хората. Разглеждайки общата концентрация на тежки метали в почвите (Zc), е създадена 4-степенна скала за оценка на системата “почва-човек” в минния регион Тирнряуц.

Целта на еколого-геоложките изследвания е осигуряването на екологична безопасност на населението. Елемент на еколого-геоложките изследвания е геоложко-геохимичното изучаване. Първостепенна задача на еколого-геохимичната оценка в условията на литосферата е определянето на патогенните литогеохимични (технолитогеохимични) аномалии, които оказват негативно влияние върху състоянието на биогата и здравето на хората, разработване на обективен критерий за определяне на областите с различно еколого-геохимично ниво на средата.

Основната цел на тази работа бе да се разработят методи за документирани на естествените и техногенни геохимични фактори на екологичен риск за минните региони. За постигането ѝ са решени множество задачи: 1) тинизирани са районите по еколого-геоложки условия; 2) определени са типовете, подтиповете, видовете еколого-геоложки системи по биотитни и абиотитни параметри; 3) еколого-геохимичното разграничение на района.

В района са установени 12 типа еколого-геоложки системи, 31 подтипа еколого-геохимични условия, обусловени от естествено-техногенни фактори. Основният фактор на еколого-геоложки риск в региона са естествените аномалии и техногенезиса. Съставът на замърсителя е определен от състава на рудите и техните носещи скали.

Техногенните аномалии имат елементарен състав, така че общият фактор на концентрация Zc е най-полезният фактор за оценка на степента на замърсяване. Фактор за замърсяването с метали е сумата на коефициентите на концентрация на метали с извеждане броя на металите, редуциран до единица. Този фактор традиционно се използва за определяне нивото на замърсяване, но без анализ на връзката в системата “литотехническа среда – човек”. Той може да бъде използван като стандартен критерий за еколого-геохимичните условия и ще позволи да се оцени ситуацията от позиция на влиянието върху здравето на човека. Възможно е да се изведе и връзката в системата “почва-човек” според 4-степенната скала за оценяване.

Най-важен е факторът на геохимична дейност (ФГД) като характерен признак за възможността за вегетиране на съответния тип до акумулиране на микроелементи. Този фактор може да бъде дефиниран като сума от тъмните концентрации (коефициенти на биологична абсорбцияAh) на елементите в пепелите от предприятията.

Като пример ще бъде разгледан района на гр. Тирнряуц (Северен Кавказ, Карпато-Балкана, басейна на р. Ваксан). Изучени са планинските минни райони, характеризиращи се с наличие на патогенни естествени и техногенни аномалии (Борисенко Е.А., 1970; Алексеенко В.А. 1990; Авесаламова 1992, 1996; Гавриленко, 1993; Барабошкина & Цилинг 2000;). Итрянряуцката висока планинско

волфрамово-молибденово поле е на височина около 1,5 km над долината на река Баксан. Районът се характеризира с остри възвишения с абсолютни височини и широк спектър пейзажи – степни и планинско-ливадни до стъклено-морски. Това предопределя хетерогенността на околната среда, попадаща в района на влияние на Турняуцката минна фабрика. Фабриката се състои от комплекс от отделни предприятия за добив и преработка на волфрам-молибденови руди: кариери за открит добив, мини и обогатителни фабрики със складове за крайния продукт.

Техногенните аномалии се формират в резултат на механични, водни или въздушно преминаване на материал по време на експлоатирването на волфрам-молибденовото поле и технологичния цикъл: (1) отстраняване на голям обем скали по време на разработването и складирането на рудата; (2) разрушаване на крайните слоеве под влиянието на ерозионни процеси (ерозия, кални потоци, еоляция); (3) разреждане на нерафинираните води от мината, обогатителната фабрика и крайния и (4) насипване на изветените скали във всички степени на техноложката верига. Тези причини гарантират интензивна техногенна миграция на материала.

Съставът на техногенните потоци се характеризира с полиелементна парагенетична асоциация (бисмут, молибден, волфрам и ограничено количество калай, арсен). Изследвани са големите излишъци на калай в тревите сред техногенната аномалия: 30-300mg/kg и повече. Биохимическите ореоли от Мо имат комплексна структура и простират по долината на река Баксан. Конфигурацията им е асиметрична и най-големите локални аномалии са на левия бряг на реката, където техният контраст се увеличава в района на индустриалните предприятия за добив и обогатяване на рудата. Възможност за молибденози съществуват в големи количества от праговете концентрации на калай в тревите 6-14 mg/kg изчислени за сух материал според Ковалски (1974). Това е първият стандартен критерий за определяне на екологичното положение в района на река Баксан. Биохимичните процеси при бозайниците обаче се контролира от комплекс от елементи. Например, Си спомага да се направи извод за Мо от организма, който редуцира неговия токсичен ефект. Така връзката между Си и Мо концентрации в тревите и степента на техният естествен баланс се използват като вторичен стандартен критерий за оценка.

Най-неизгодната ситуация е открита за района на Тиняуцката фабрика, по комуникациите от обогатителната фабриката и в склада Билим.

Можем да разгледаме общия фактор на токсичните елементни концентрации (Z_c) като трети стандартен критерий оценка. Той варира от 16 до 128 в района. Поради това по него могат да се разпознаят пневмокониози, хронични пепелни бронхити, пепелни паринофарингити като типични професионални заболявания в този район, които се наблюдават при техногенни аномалии и запращаване.

Особеностите на течните и твърди канали се основават на факторите голямо съдържание на желязо, тежки

метали, микроелементни съединения на дънното утаяване (преобладават Mo, W, Bi, Sn). Те имат различна степен на отклонение от естествената среда под влияние на фабриката. Техногенният поток от дифузни елементи (тежки метали) в дънните отлагания са силно деноминирани и по-дълготрайни. Така се фиксират значителни промени на химичния и солеви състав на водите на река Баксан в ограничен район под склада Билим и малки в местата, където няма минни води. Контрастни геохимични аномалии има в долните отложения. Те са фиксирани от увеличение на степените на концентрация на елементите и разширяване на парагенетичните асоциации с значително на волфрам, молибден, калай и бисмут. Тези елементи не заемат лидерската позиция в околните области. Интензивността на аномалиите по течението се променя в зависимост от новите порции от индустриалната канали. Общата степен на акумулиране на елементите спада с увеличение на разстоянието от индустриалната зона. Потокът с дифузионни следи е около 10 km.

Има два основни фактора, които влияят на местните нива на замърсяване в долината на река Баксан, които рефлектират върху общата оценка на влиянието на Тирняуцката волфрам-молибденова фабрика.

Първият е проникването на праховите вълни от фабриката във въздушните течения. Процесът представлява нарастване на модула на техногенно влияние върху околната среда и води до формиране на педогеохимични аномалии с акумулиране на елементи с висока деструктивна активност (Bi, Sb, As, Mo, V и др.). Пенните лишеи са индикатор за явлението (Авесаламова 1996).

Вторият е установяването на индустриални изпускания (техногенни канали) от фабриката във водния поток на река Баксан с формиране на хидрогеохимически аномалии и дифузни ореоли в долните отложения. Този фактор е разгледан по-горе.

Избрани са три класа еколого-геохимични условия в района за анализиране на всички стандартни критерии за оценяване: задоволителни, условно задоволителни, незадоволителни условия, които съответстват на стандартните, рискът и кризисни екологични зони.

Първата зона (I) – екологичен стандарт (условия на околната среда) е на разстояние повече от 10 km от фабриката и включва района където естествени геохимични патогенни аномалии и техногенни условия практически липсват. Стойността на общия фактор от елементите е по-малък от 16. Нивото на заболяване на населението е в средните статистически граници.

Втората зона (II) – е екологически рискова зона, обхващаща както естествените патогенни геохимични аномалии, така областите на умерените техногенни замърсявания. Характеризира се с няколко параметри: модул на подаване на прах (DI) варира от 1 до 5 g/cm на ден; калено съдържание в тревния прах варира от 30 до 100 mg/kg при взаимовръзка $Mo < Cu$ и от 15 до 30 mg/kg при $Mo = Cu$; коефициент на микроелементна

аккумуляция в пенните лишей варира от 5 до 20; стойност на биохимичната активност (GAF) варира от 30 до 100 и коефициент на микроелементна аккумуляция в дънните отлагания варира от 2 до 10. Стойността на общия фактор на концентрация на елементите е $Z_c=16-32$ и има средно вероятност от появяване на молибденози сред добитъка и последици сред хората. Има също опасност от единични заболявания като бронхити и пневмосиозии в запрашените райони. Това е район където съдържанията на калий в млякото на добитъка, вълната на овцете може да бъде обект на непрекъсната промяна.

Третата зона (III) е зона на криза, чиито процеси са с комплексна структура. Достигат се максимални нива на замърсяване в кариерите, минните обогатителни фабрики и хранилищата. Областта на този район е изследвана в радиус от стотина метра от източника на замърсяване. Цялата област е избрана поради разпространение на високи нива на техногенни замърсявания с компоненти на околната среда. Характеризира се с модул на подаване на прах, вариращ от 6 до 16; промени на $Mo > Cu$; вариране на фактора на бедствие) при връзка $Mo > Cu$; вариране на фактора на микроелементно акумулирани в пенните лишей от 20 до 50, стойност на GAF от 100 до 300 (и над 300 близо до областта на бедствие); вариации на фактора на микроелементна аккумуляция в долните натрупвания много над 10. Общият фактор на замърсяване е 32-128. Това е район с висока степен на вероятност на бедствие с молибденоза и професионални заболявания на населението. Продължителният престой на добитъка върху тези пасища трябва да бъде съкратен и подложен на стриктни правила. Билимската депресия е добър пример за това. Там са фиксирани увеличение на подвижността на анйоногенните елементи (под $pH=8,5-9,5$), където прахта влиза от високо алкалните почви в складовете. Инфилтрацията на високо алкални Mo - достигат каналите от хранилищата и също влияят върху тревата и могат да предизвикат молибденоза в добитъка.

Затова в района на гр.Тирняуц е разположен в област на екологична криза. Трябва да се извърши инженерно-екологическа защита за еколого-геохимично стабилизиране на ситуацията в този район. Начините на защита трябва да бъдат фокусирани върху намаляване запрашаването при смилането, вълните от минната фабрика и предотвратяването на инфилтрирането на токсични канали от фабриката и хранилищата.

ИЗВОДИ

Понастоящем изучаването на екологическия риск става главно техногенно трансформирани теритрии.Проучването обаче на естествените фактори на екологичен риск също е от голямо значение. Това се потвърждава от едновременното действие на техногенното замърсяване и нарастването на заболяванията по зависещи от екологията патологии и съкращаване живота на населението в Русия и други страни от бившия Съветски съюз (р.1) Успоредно с това те се предизвикват от ликвидирането на държавните програми за рехабилитация на ендемичните територии

които се характеризират с естествени геохимични и геофизични фактори на естествен екологичен риск.

Развитието на споменатите еколого-геохимични критерии в практиката на инженерно-геоложкото проучване ще позволи да се класифицират районите според техните еколого-геохимични условия и по-обективно да се оценят естествените и техногенни фактори на екологичен риск.

Това ще позволи да се разработят програми за стабилизиране на развитието на местно, регионално и глобално ниво.

ЛИТЕРАТУРА

- Avessalamova, I. A. 1996. Origin of biogeochemical endemias under technogenic transformations of Central Caucasus. – *Vestnik MGU*, Ser. 5, Geogr. 1, 66-75. (in Russian).
- Baraboshkina, T. A., Ziling D. G. 2000. Engineering-ecological aspects of investigation of urban area. – *8th International IAEG Congress*, Balkema, Rotterdam.
- Baraboshkina, T. A. 2001. *Diagnostics and Mapping of Geological Factors of Ecological Risk. Control of the Risk of Extraordinary Situations*. Center of Strategic Investigations of Social Defence MES of Russia, Moscow, 334-338 (in Russian).
- Baraboshkina, T. A., Akhtayamova, G. G. 2000. The lithosphere as a factor of ecological risk. – *Energy: Economy, Engineering, Ecology*, 4, (in Russian).
- Criterion of valuation of ecological conditions for revealing zones of an extreme ecological situation and zones of ecological disaster*. 1994. – *The Green World*, 11-14. (in Russian).
- Ermakov, V. V. 1995. Biogeochemical provinces: the concepts, classification and ecological valuation // *Main directions of geochemistry*. M., Science. (In Russian).
- Golodkovskaya, G. A., Kurinov, M. B. 1994. Ecological geology – the science of geological environment. – *Geoecology*, 2.
- Kovalsky, V. V. 1974. *Geochemical Ecology*. Moscow, Nauka (in Russian).
- Melnikov, E. K., Rudnik, V. A., Musijchuk, Yu. I., Rymarev, V. I. 1994. The pathogenic effect of zones of active breaks of the Earth crust of the St.-Petersburg region. – *Geoecology. Engineering Geology. Hydrogeology. Geocriology*, 4, (in Russian).
- Methodical approaches to study of ecological-geological systems in the platform area of Siberia (Bgatov, V. I. et al.)*. 1994. Novosibirsk (in Russian).
- Philosophical Dictionary*. 1993. M., Higher School.
- Saet, Yu. E., Revich, B. A., Yanin, E. P. 1990. *Geochemistry of the Environment*. M. (in Russian)
- Saet, Yu. E., Revich, B. A., Smirnova, R. S., E. P. Sorokina 1982. *Methodical recommendations for the geochemical evaluation of pollution of cities by chemical elements*. Moscow: Inst. Mineralogy, Geochemistry and Crystallochemistry of Rare Elements. (in Russian)
- Theory and Methodology of Ecological Geology* (Ed. By V. T. Trofimov). 1997. M., MSU (in Russian).

Trofimov, V. T., Ziling, D. G. 1997. Ecological functions of the lithosphere. – *Vestnik Mosc. Stat. Univ.*, Ser. 4, Geology, 66 (in Russian).
Trofimov, V. T., Ziling, D. G., Baraboshkina, et al. 2000. *Ecological Functions of the Lithosphere*. Moscow: Moscow State University (in Russian).

Trofimov, V. T., Ziling, D. G., Baraboshkina, et al. 2000. *Ecological Functions of the Lithosphere* (Ed. by V. T. Trofimov). Moscow, Moscow State University (in Russian).
Zhigalin, A. D., Makarov, V. I. 1998. Possible connections of pathogenesis and geological heterogeneity – *Geoecology, Engineering Geology, Hydrogeology*, 6, (in Russian).

Препоръчана за публикуване от катедра "Инженерна геоекология", ГПФ

THE GEOLOGICAL FACTORS OF ECOLOGICAL RISK OF RUSSIA

T. Baraboshkina

M.V. Lomonosov Moscow State University

E-mail: tatyana@geol.msu.ru

ABSTRACT

The geological factors (natural or technogenically transformed lithosphere), which organisms react by adaptations is possible to consider as ecological-geological risk factors (ERF). They cause sickness of the people, oppression of ability to live phyto-, zoo- and microbocoenoses. Nowadays the majority of the investigators of the ERF allocate paramount importance to the study of negative effect of technogenic (geochemical, physical) factors. However, the biotic component of the ecosystem is affected a constant pressure of the natural geochemical and geophysical factors. Their synergetic influence appreciably causes a degree of comfort of existence of the biota, because the evolution of the lithosphere and biosphere goes in close relation. According to the systematics of the medical-ecological, biogeochemical, geological, hydro-geological data, soils, rocks, fresh water of Russia and the other countries do not provide stable receipt in with a feed of all spectrum of vitally - important elements (I, F, Ca, etc.). As functional relations in "the lithosphere – biota" system the geological factors of ERF can be subdivided on a majority as: I - ecological - geochemical, II - ecological - geophysical and III - ecological – geodynamic by the time of influence (constant, temporary and short-term); the area of influence (local, regional and global); by a source of indignation (litho-, hydro-, atmogeochemical) and complex type by the form of ecological target (phyto-, zoo-, antropocentric and complex). The executed complex researches both natural, and transformed regions have allowed revealing the conducting local and regional ERF. Their knowledge allows at a regional level to adjust the quality of the imported foodstuffs (together with correction of a drinking water-supply) and to promote equalization of natural and technogenic effect of ERF.

Introduction

The biotic component of the ecosystem tests the continuous integrated effect of various abiotic factors (climatic, atmospheric, hydrological, space, geological, etc.). The article is focused on the analysis of dependence of a condition of alive substance from the structure and properties of the lithospheric substance.

The geological factors (natural or technogenically transformed lithosphere), which organisms react by adaptations is possible to consider as the factors of ecological-geological risk. They cause sickness of the people, oppression of ability to live phytocoenoses, zoocoenoses, microbocoenoses and their death in the critical situation.

Close functional connections in the system "lithospheric substance - person", which are fixed at present were formed during evolution of the lithosphere and biosphere as a result of the integrated effect on alive substance of the geophysical, geodynamic and geochemical fields [14-17].

Ecological-geological system is understood as complex dynamically open system in which subsystem elements (sources of effect, geological component of natural environment, an ecological target) are closely connected by the cause - effect direct and feedback connections [7, 14].

If in the ecogeosystem the negative connections exist even between one of the components of the lithosphere and biota, i.e. representatives of abiotic and biotic subsystems, the ecogeosystem is possible to relate to the category of ecogeopathogenic.

The close negative functional connections existing between abiotic and biotic components cause formation of the ecogeosystems of a various hierarchical level - local, regional or global. Example regional ecogeopathogenic of systems of Russia are the biogeochemical zones (fig.1). The problem deficit in components of rock sphere members vitally indispensable for a biota and person (J, F, Zn, Se etc.) is an example of global nature encompassing Eurasia and other continents [4].

Proceeding from a type of a biotarget it is possible to talk about microbocentric, phytocentric, zoocentric, antropocentric or complex type of the system.

The system of modern criteria [3, 5, 6, 12, 13] of valuation of quality of abiotic and biotic components is indicated in the table 1. Their cumulative usage allows to execute an integrated ecological-geochemical valuation of territories on the comfortability of existence for the various representatives of biota.

There are three levels of intensity of negative abiotic subsystem influence on biotic system, which coincide with ranks of lithospheric classes accepted in ecological geology, correlated with the condition of ecosystem [11, 14]. Ecogeopathogenic systems of the first level of effect correspond to a class of a conditional - satisfactory condition of lithospheric components and ecosystem zone of risk. Ecogeopathogenic systems of the second level of effect are adequate to a class of the unsatisfactory condition of lithospheric components and ecosystem zone of crisis. Ecogeopathogenic systems of the third level of effect correlate with a class of a catastrophic condition of lithospheric components and ecosystem zone of disaster.

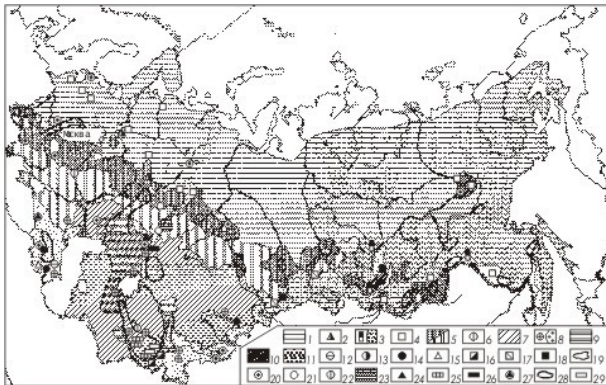


Figure 1. Schematic card of biogeochemical territory division of Russia and neighbouring countries [8]

I - Biogeochemical zones (regions of biosphere) and zone provinces (zone subregions of biosphere).

1 - 4 - Taiga-wood nonchermozem a zone [provinces: 1 - Poor of Co, Cu, J, Ca and P, 2 - Poor of J and Co, 3 - Enriched by Sr, poor of Ca, 4 - With the normal contents of Cu and Co, and also enriched by B and Sr on frozen soils (azonal provinces)]. 5 - Wood-steppe and steppe chernpzem zone (on grey wood and valley soils there are provinces, poor of J). 6 - 8 - Dry-steppe, half-deserted, deserted zone (provinces: 7 - With the rather insufficient contents of J, superfluous — Mo and SO₄²⁻; 8 - Enriched by B; there are provinces, poor of J. 9 - The mountain zones (meet provinces, poor of Co, Cu, Ca; the provinces, poor of J are widespread).

II - Azonal provincaes (azonal subregions of biosphere). Provinces:

10 - Enriched of Co; 11 - Poor of J and Mn; 12 - Enriched by Pb; 13 - Enriched by Mo; 14 - Enriched by Sr and Ca; 15 - Enriched by Se; 16 - With the broken ratio of Cu, Mo, Pb; 17 - Enriched by U; 18 - Enriched by F, 19 - Enriched by Cu; 20 - With the broken exchange of Cu; 21 - Enriched by Ni, Mg, Sr, poor of Co, Mn; 22 - Enriched by Ni.

If leading negative effect on biota on the territory render the ecological-geochemical factors of risk, it is possible to talk on the ecogeopathogenic systems of geochemical specialization.

If pathogenicity of the ecogeosystem is stipulated mainly by ecological-geophysical or ecological-geodynamical factors of risk, so we have business with ecogeopathogenic systems of geophysical or geodynamical specialization.

However, more often there is a joint effect of ecological-geodynamical, ecological-geophysical and ecological-geochemical factors of risk. It is possible to speak about synergetic ecogeopathogenic systems, within the limits of which the wide spectrum of negative biological reactions at alive organisms is observed. The ecogeopathogenic systems are subdivided into three classes of genesis: natural, natural – technogenic and technogenic. We shall consider in more detail the above items on an example of ecogeopathogenic systems of geochemical specialization and we shall analyse the mechanism of diagnostics of the factors of ecological-geochemical risk, which have a leading role for the formation of ecogeopathogenic systems of geochemical specialization. Depending on a component of the lithosphere, the factor, acting in a leading role of ecological-geochemical risk, ecogeopathogenic systems are classified on lithogeochemical, hydrogeochemical, atmochemochemical or complex type. It is necessary to note, that specificity of the urban area is the infringement of trophic connections. The natural-technogenic ecogeopathogenic systems of a complex type are more often in the urban area. This type of systems is allocated everywhere within the limits of urban territories (Ekaterinburg, Moscow, Norilsk, St.-Petersburg etc.) [9, 10, 11, 18].

Table 1. The scheme of valuation of the ecological-geological system (Piece)

Component of the ecosystem	(Factor of effect) Geological component	Zone of violation of the ecosystem							
		NORM	RISK	CRISIS	DISASTER				
		Class of an ecological state of the lithosphere							
		Satisfactory	Conditional satisfactory	Unsatisfactory	Disastrous				
LEVEL OF EFFECT OF THE GEOLOGICAL FACTORS ON AN ECOLOGICAL TARGET									
		0	I	II	III				
ABIOTIC	Ground sediments	< 10	10-30	30-100	> 100				
	Snow cover	32-64	64-128	128-256	> 256				
	Rocks soils	8-16	16-32	32-128	> 128				
Underground waters	General contents of substances								
		< MAC	3-5 MAC	5-10 MAC	> 10 MAC				
BIOTIC	PHYTOCENOSES	Concentration of microelements in hay crops, pasturable plants and vegetative forages (mg/kg of dry substance)							
		Element	0	Threshold concentration					
				I	II	III			
			Norm	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
		F	5-30	3-5	30-100	1-3	100-200	< 1	> 200
		J	0,2-2,0	0,1-0,2	2-5	0,05-0,1	5-20	< 0,05	> 20
		Se	0,05-1,0	0,03-0,05	2-10	0,01-0,03	10-50	< 0,01	> 50
		Cu	5-20	2-20	20-80	0,5-2	80-100	< 0,5	> 100
		As Cd Cr Pb Ni Hg Sb contents in forages and hay crops of plants (exceeding MPL, times)							
			1,1-1-5	1,5-5	5-10	> 10			
		Contents of elements in dry weight: a) of pages of a birch; b) to needles of a pine, mg/kg							
		a)	10-30	30-50	50-130	> 130			
		b)	10-30	30-70	70-100	> 100			
Microorganisms	Level of active microbic of biomass (decreasing in a number of times)								
	< 5	5-10	10-50	> 50					
Animals	Case of home animals, %								
	Random	Sporsdic	Regular	Total					
	< 10	10-20	20-50	> 50					
Person	Pb contents in biosubstances (c – in the blood, in mkg/100 ml; d - in a hair mkg/g)								
	c)	0-9	15-19	15-44	> 45				
	d)	9,8+-1,9	8	24	30				

Notes: the criterions are indicated selectively; Zc - total contents of toxic elements; MAC – maximum allowable concentration; MPL – maximum permissional level

One of the problems of ecological-geological researches is the revealing and mapping of ecological-geochemical factors of risk (natural and technogenic) capable to result in develop-

ment of pathologies at biota. The minimal set of parameters for concrete regions will be determined by a type of its functional use and is vital to allocate ecogeopathogenic systems both surplus, and defect and bias of chemical elements.

The usual practice of norming of limiting - high of concentrations of toxic substances in drinking waters and a meal, disregarding of achievement of biogeochemistry in the field of the lower threshold concentrations of biophilic (vital - important) elements is pernicious for health of a nation. A natural produce market of a meal generated in Russia, alongside with other social factors is one of the reasons of sharp deterioration of the health of the population. For want of anarchy of import of the foodstuffs, disregarding of the regional features and factors of ecological-geochemical risk, is possible the appearance of artificially generated food endemias, which are secondarily imposed on natural or tertiary imposed on innovated technogenic endemias.

The knowledge of the local factors of ecological-geochemical risk allows at a regional level to adjust the quality of the imported foodstuffs (together with correction of a drinking water-supply); also promote of equalization of the effect of natural and technogenic factors of ecological-geochemical risk.

The type of the ecogeopathogenic system predetermines the resource potential of the region, its functional usage and level of material inputs necessary on minimization of negative effect from the party of the lithosphere on biota.

Let's consider an example natural technogenic ecogeopathogenic of a system developed within the limits of an axial zone of Large Caucasus.

The ecological – geological researches within the mining area represent a complex of ecological – geochemical, ecological – geophysical, ecological – geodynamic, landscape-geochemical, biogeochemical, medical –ecological and social – ecological researches. The main purpose of it is determination of natural and technogenic geochemical impact on a biotic condition and health of the population. Technogenic anomalies have polycomponent composition so an integrated parameter of pollution (Zc) is used for valuation of a degree of pollution [1, 2]. At realisation of ecological - geochemical researches it is necessary to use criterion of environment evaluation from the position of an impact on a man's health. Considering the total heavy metal content of in the soil (Zc), the 4-range estimation scale was worked out for a system "a soil - a man" in the Tyrnyauz mining region.

The purpose of ecological – geological researches - an ensuring of the ecological safety of population existence. A component of ecological geological investigations is an ecological - geochemical studies. The primary task of ecological geochemical evaluation of condition of lithosphere is determination of the pathogenic litho-geochemical (technolitho-geochemical) anomalies, render their negative influence on the condition of the biota and the man's health, development of the objective criteria of determination of the areas of different ecological - geochemical environmental level.

The main purpose of the work was the development of methods of documenting of natural and technogenic geochemical

factors of ecological risk for mining regions. For achievement of it a number of tasks was resolved: 1) typification of the region by ecological - geological conditions; 2) allocation of types, subtypes, kinds of ecological - geological systems by biotic and abiotic parameters; 3) ecological - geochemical demarcation of the region.

In the region 12 types of ecological - geological systems, 31 subtypes of ecological - geochemical conditions conditioned by the natural - technogenic factors are recognised. A major factor of ecological risk in the region is natural anomalies and technogenesis. The composition of contaminants is determined by a composition of ores and their source-rocks.

Technogenic anomalies have an element composition, so a total concentration factor Zc is the most useful factor for evaluation of contamination degree. A factor of soil pollution by metals is a sum of coefficients of metal concentration with the deduction of number of metals reduced to the unit. The factor is used traditionally for determination of the pollution level, but without the analysis of relationships in a system "lithotechnical environments - a man". It can be acted as a standard criterion of ecological -geochemical conditions and will allow to value a situation from the position of influence on a man's health. It is possible to conduct a correlation in a system "a soil - a man" according to the four-rank approximate estimation scale.

The most important is the factor of geochemical activity (GAF) as a characteristic feature of ability of vegetation of certain type to accumulate microelements. The factor could be defined as a sum of dark concentrations (coefficients of biological absorbing. Ah) of elements in the plant ashes.

As an example we will consider the region of Tyrnyauz Town (North Caucasus, Kabardino-Balkary, Baksan River basin). It is situated in mountainous mining region characterising by the presence of pathogenic natural and technogenic anomalies (Borisenko E.A., 1970; Alekseenko V.A. 1990; Avessalamova 1992, 1996; Gavrilenko 1993; Baraboshkina & Ziling 2000;). Tyrnyauz High Mountain tungsten-molybdenic field is nearly 1,5 km high above the Baksan River valley. The region is characterised by sharp swings of absolute heights and broad spectrum of landscapes from mountain - steppe and mountain - meadow up to glacial - nival. It predestines heterogeneity of natural environments, fall into the area of influence of Tyrnyauz mining factory. The factory consists of the complex of separated enterprises, in accordance with mining and enriching a tungsten-molybdenic ore: quarries of an open mining, mines and enriching factory with tailing dumps.

Technogenic anomaly was formed in the result of mechanical, water and air transportation of material during the exploration of the tungsten-molybdenic field and technological cycle: (1) removing of the greater masses of rocks during the exploration and it storage in the dump; (2) destroying of the tailing dump under the influence exogenous processes (erosion, mud flows, eolation); (3) discharging of unrefined water from the mine, enriching factory and tailing dumps and (4) dusting of the excavated rocks in all stages of the technological chain. Those reasons have stipulated an intensive technogenic migration of material.

The composition of technogenic flows is characterised by polyelement paragenetic association (bismuth, molybdenum, tungsten and in scant fews - tin, stibium, arsenic). There observe sharp excess of fit in the grass within technogenic anomaly: 30-300mqs/kgs and more. Biogeochemical haloes of Mo have a complex structure and elongate along Baksan River valley. Their configuration is asymmetric and the largest local anomalies exist on the left bank of the river, where their contrast increases in the region of industrial enterprises of mining and enriching ore. A possibility of molybdenoses exists at the excess of threshold concentrations of fit in the grass at 6-14 mgs/kgs in calculation on the dry material according to Kovalsky (1974). It is the first standard criterion of ecological situation judgement in Baksan River region. However the biochemical processes in mammals is controlled by the complex of elements. For instance, Cu promotes a conclusion Mo from the organism, that reduces its toxicological effect. So correlation of Cu and Mo concentrations in herbs and the degree of their natural balance breaking were used as a second standard judgement criterion.

The most disadvantage situation was recognised for the region of Tyrnyauz factory mouldboards, along communications of an enriching factory and beside Bylym tailing dumps.

It is possible to consider a total factor of toxic elements concentrations (Z_c) as a third standard criterion of judgement. It varies from 16 up to 128 in the region. Because of it one can recognise pneumoconiosis, chronic dust bronchitises, dust parinopharengitises amongst typical professional diseases in the region, which were caused by the technogenic anomaly and by dusting.

The features of fluid and hard sewer were based on factors of it, main ions content, weighted materials, microelement composition of the bottom precipitation (dominates of Mo, W, Bi, Sn). They have different detour degree from the natural background under the influence of the factory. The technogenic flow of diffused elements (heavy metals) in the bottom deposits is denominated stronger and more long-lasting, than in the hydrogeochemical halo. So significant change of chemical and saline composition of Baksan River water is fixed in the limited area below Bylym tailing dump and is small in places of unset of mining water. A contrast geochemical anomalies are formed in the bottom deposits. They are fixed by the increase of element concentration degrees and an expansion of paragenetic associations with the evident prevalence of tungsten, molybdenum, tin and bismuth. These elements do not occupy such a leading position in background areas. The intensity of anomalies is downstream changed depending on new portions of industrial sewers. The total degree of elements accumulation falls with the distance from industrial zone. However, the flow of diffusing tracks over 10 km below field.

There are two main factors affect on the regional contamination level in Baksan River valley, which could reflect the integral evaluation of Tyrnyauz tungsten-molybdenic factory influence.

The first one is enabling of the dust surges of the factory in airstreams. The process promotes a growth of the module of technogenic influence on the landscapes and leads to formation of the pedogeochemical anomalies with the accumulation of elements high destructive activity (Bi, Sb, As, Mo, V and oth-

ers). The epiphyte and scum lichens are the indicator of the phenomena (Avessalamova 1996).

The second one is enabling of the industrial discharges (technogenous sewers) of the factory in the water flow of Baksan River with the formation of hydrogeochemical anomalies and diffusing haloes in the bottom deposits. This factor is considered above.

There were chosen three classes of ecological - geochemical condition in the region on the grounds of the analysis of all provided standard criteria of judgment: satisfactory, conditionally satisfactory, unsatisfactory conditions, which corresponds to standard, risk and crisis ecological zones.

The first zone (I) - ecological standard (background conditions) is more than 10 km far from the factory and includes the area where natural geochemical pathogenic anomalies and technogenic contamination are practically absent. The value of total factor of concentration of the elements is less than 16. The morbidity level of population is within average statistic limits.

The second one (II) - an ecological risk zone comprises both natural pathogenic geochemical anomalies and the region of moderate technogenic contamination. It is characterised by several parameters: module of the dust load (DI) varies from 1 to 5 g/cm per day; fit content in the grass ash varies from 30 to 100 mgs/kgs at $Mo < Cu$ correlation and from 15 to 30 mgs/kgs at $Mo = Cu$ correlation; coefficient of microelement accumulation in scum lichens varies from 5 to 20; value of biochemical activity (GAF) varies from 30 to 100 and coefficient of microelement accumulation in bottom deposits varies from 2 to 10. The value of total factor of concentration the elements is $Z_c = 16-32$ and there is a medium possibility of appearance of molybdenoses besides the livestock and in consequence - besides the man. There is also possibility for single diseases by the bronchitis and pneumoconiosis in the dust areas. It is the region where contents of fit in the milk and dung of livestock, wool of sheeps should be subjected to a constant checking.

The third zone (III) is a zone of crisis, which possesses a complex structure. It reaches its maximal pollution level in the quarries, mining enriching factory and tailing dumps. The area of such regions could be estimated at radius of first hundreds meters from the source of contamination. The whole area is chosen by the prevalence of the high level of technogenic pollution of the components of natural environment. It is characterised by a module of the dust load variation from 6 to 16; variation of Mo content in the grass ash from 100 to 200 (and over 200 closer to the area of disaster) at the correlation $Mo > Cu$; variation of the factor of microelement accumulation in scum lichens from 20 to 50, value GAF from 100 to 300 (and over 300 closer to the area of disaster); variation of the factor of microelement accumulation of in the bottom deposits more than 10. The total contamination factor is 32-128. This is an area with the high degree of probability of disease an molybdenoses and professional pulmonary diseases of population. The duration of the livestock staying on its pastures requires shortening and following to the strict rules. The Bylym depression is a good example for it. There was fixed increasing of anionogenic elements mobility on quest slopes (under $pH = 8,5-9,5$), where the dust enters from highalkaline artificial soils of tailing dump. The infiltration of highalkaline Mo- rich sewers from the tailing

dump also affects the grass in the hayfields and creates a real threat of mass molybdenosis disease of live stock.

Thereby, the region of Tyrnauz Town is situated in the area of ecological crisis. It needs an urgent realisation of engineering-ecological protection for ecological-geochemical stabilisation of the situation in the region. The ways of protection should be focused on the reduction of dusting of the mouldboards, surges from the mining factory and preventing of infiltration of toxic sewers from mouldboards and tailing dumps.

The concluding

Nowadays the studying of the ecological risk is going mainly on the technogenically transformed territories. However, studying of the natural factors of the ecological risk is also of a high importance. This is confirmed by the simultaneous drop of the technogenic pollution and the rise of the illness by the ecological-dependant pathologies and the shortening of the life of the population in Russia and the other countries of the Former Soviet Union (p.1) Partially it was caused by the liquidation of the state programmes of rehabilitation of endemic territories that are characterized by natural geochemical and geophysical factors of natural ecological risks.

The development of mentioned ecological-geochemical criteria in the practice of engineering-ecological prospecting will enable classify the area according to their ecological-geochemical conditions and more objectively estimate the natural and technogenic factors of ecological risk.

It will enable to elaborate the programs of steady development at a local, regional and global level.

REFERENCES

- Avessalamova, I.A. 1996. Origin of biogeochemical endemias under technogenic transformations of Central Caucasus. Vestnik MGU, ser. 5, geogr. 1: 66-75. (In Russian).
- Baraboshkina T.A. & Ziling D.G. (2000) Engineering-ecological aspects of investigation of urban area 8th International IAEG Congress Balkema, Rotterdam, ISBN 905410 990 4
- Baraboshkina T.A. (2001) Diagnostics and mapping of geological factors of ecological risk. Control of the risk of extraordinary situations. Center of Strategical Investigations of Social Defence MES of Russia, Moscow, pp.334-338. (In Russian).
- Baraboshkina T.A. & Akhtayamova G.G. (2000) The lithosphere as a factor of ecological risk // Energy: economy, engineering, ecology, № 4, (In Russian).
- Criterion of valuation of ecological conditions for revealing zones of an extreme ecological situation and zones of ecological disaster (1994) // The Green world. № 11-14. (In Russian).
- Ermakov V.V. (1995) Biogeochemical provinces: the concepts, classification and ecological valuation // Main directions of geochemistry. M., Science. (In Russian).
- Golodkovskaya G.A. & Kurinov M.B. (1994) Ecological geology – the science of geological environment // Geocology. № 2
- Kovalsky V.V. (1974) Geochemical ecology. Moscow: Nauka. (In Russian).
- Melnikov E.K., Rudnik V.A., Musijchuk Yu.I., Rymarev V.I. (1994) The pathogenic effect of zones of active breaks of the Earth crust of the St.-Petersburg region // Geocology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocriology, № 4, (In Russian).
- Methodical approaches to study of ecological-geological systems in the platform area of Siberia (1994) / Bgatov V.I., etc., Novosibirsk (In Russian).
- Philosophical dictionary. M., Higher School 1993.
- Saet Yu.E., Revich B.A., Yanin E.P. (1990) Geochemistry of an environment. M., (In Russian).
- Saet, Yu.E., Revich, B.A., Smirnova, R.S. & E.P. Sorokina (1982) Methodical recommendations for the geochemical evaluation of pollution of cities by chemical elements. Moscow: Inst. Mineralogy, Geochemistry and Crystallochemistry of Rare Elements. (In Russian).
- Theory and methodology of ecological geology/ V.T.Trofimov (Ed.) M., MSU 1997. (In Russian).
- Trofimov V.T., Ziling D.G. (1997) Ecological functions of the lithosphere. Vestnik of Mosc. Stat. Univ. ser.4. Geology, № 66. (In Russian).
- Trofimov, V.T., Ziling, D.G., Baraboshkina at al. (2000) Ecological functions of the lithosphere. Moscow: Moscow State University (In Russian).
- Trofimov, V.T., Ziling, D.G., Baraboshkina at al. Ecological functions of the lithosphere// V.T.Trofimov (Ed.) (2000), Moscow: Moscow State University. (In Russian).
- Zhigalin A.D. & Makarov V.I. Possible connections of pathogenesis and geological heterogeneity // Geocology. Engineering geology. Hydrogeology. № 6, 1998 (In Russian).

Recommended for publication by Department of Engineering Geoecology, Faculty of Geology and Prospecting