

УДК 911.10+332.132

Г.Б. Наумов

Два начала экологического неблагополучия и их учет при решении практических задач

Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН

Аннотация. В статье рассматриваются две группы исходных причин возникновения экологически опасных ситуаций — геогенные и техногенные. Показано, что чисто технический подход к минимизации негативных последствий без учета особенностей геологического развития конкретных территорий не дает оптимальных решений проблемы.

Введение

XX век, ознаменовал невиданный до того альянс науки и техники. Именно теснейший альянс, а не самостоятельное развитие этих двух направлений человеческой деятельности. Именно он породил и специфическое техническое мышление, пронизавшее не только науку и производство, но и гуманитарные области общественной жизни, и даже бытовое мышление.

Первые шаги научно-технического содружества были настолько стремительны и впечатляющи, что достаточно быстро породили общественные иллюзии всемогущества технического прогресса. Не случайно успешные реализации новых научных открытий породили лозунг: «Мы не можем ждать милости от природы!», быстро охвативший все слои общественного мышления. Стратегия «покорения природы» сулила сказочные перспективы.

Только к концу XX века человечество стало задумываться над возможными последствиями такой стратегии и искать выходы из возникающих проблем. Но существующие экологические проблемы рождены техническим прогрессом, а решить их обычно пытаются теми же техническими и политическими методами.

Но технический прогресс существует не сам по себе. Его направляет человек. Он только инструмент в руках человека. Человека грамотного, понимающего обстановку, в которой ему приходится действовать, или стихийно подчиняющегося животным инстинктам.

Две первопричины экологически неблагоприятных обстановок

Все многообразие обстановок экологического неблагополучия по первопричине своего возникновения могут быть разделены на две основные группы:

а) **геогенные** — возникающие в результате геологического развития данного участка земной коры - то, что происходило на этой территории в предшествующие геологические времена (оставлено нам в наследство прошедшими эпохами) и происходит в настоящее время и

б) **техногенные** — обусловленные воздействием на природу все более мощных технических средств получения продуктов жизнеобеспечения и комфорта.

К первой группе относятся грозные явления природы: землетрясения, цунами, снежные лавины и селевые потоки, явления карста и суффозии, горные обвалы и развитие оврагов, наводнения и подтопления и т.п.

Вторая группа включает многочисленные последствия технического воздействия на природу, начиная от механического перемещения грунтов до радиоактивного заражения атмосферы, гидросферы и литосферы искусственно полученными радионуклидами.

Между этими двумя группами нет непроходимой границы. Человеческая деятельность может провоцировать, а может нивелировать негативные природные явления, или, по крайней мере, информировать об их наступлении и тем самым смягчать последствия. Строя здания в сейсмоопасном районе, человек может предусмотреть его сейсмостойкость. В лавиноопасных районах необходимо предусматривать комплекс долгосрочных и краткосрочных мероприятий, снижающих возможные катастрофические последствия природных явлений.

С другой стороны, природные системы обладают способностью смягчать резкие техногенные воздействия, обладают *буферной емкостью*. Одноразовые выбросы в атмосферу, гидросферу или почвенный покров рассеиваются, нивелируются и, в конечном счете, перерабатываются, если они не превышают буферной емкости данной системы. Биогеохимические циклы создают динамические контакты между отдельными локальными системами, создавая, таким образом, более сложные системы с большей буферной емкостью. Грамотные подходы к этим вопросам, с учетом законов развития естественных природных систем позволяет минимизировать экологические негативные явления.

Доминирующие подходы

Практические действия по снятию техногенного давления цивилизации на природу, в настоящее время сводятся главным образом к двум основным направлениям:

- мониторингу и
- промышленной экологии.

Мониторинг - слежение за состоянием окружающей природной среды с целью предупреждения о создающихся критических ситуациях. Это в какой-то мере тоже, что в медицине анализ крови, мочи и т.п. Хороший анализ необходим для правильного диагноза, но что надо анализировать и какие выводы из его результатов следует делать, выходит за пределы его задач.

За последнее время получены многочисленные результаты по совершенствованию методик анализа объектов окружающей среды, повышению их надежности и экспрессности.

Но анализ не лечит болезнь. Для лечения нужны терапия и хирургия.

Сейчас широко распространены методы ликвидации техногенного давления на природу, сводящиеся к запретительным мероприятиям. Запретить сбрасывать отходы, заражать почвы, воды, атмосферу. Кажется, все это правильно. Но как запретить прогресс?

Запретительные методы не решают проблемы. Они могут оказать только экстренную («скорую») помощь, а для лечения нужна систематическая экологическая профилактика и терапия. Более того, запрет без дальнейших действий может не только не решить проблему, но и привести к дальнейшему осложнению ситуации.

В качестве образного сравнения можно обратиться к попытке решить задачу мешающего ручейка с помощью запруды. На какое-то время задача действительно решается. Ручей перестает мешать. Но раньше или позже накопившаяся вода прорвет плотину, и бурный поток приведет к печальным последствиям. Выход – отвести ручей в соответствии с законами гидродинамики и рельефом местности.

Это только крайний, утрированный пример, имитирующий множество реальных повседневных задач, правильное решение которых зависит от стратегии выбранного пути.

Более того, запрет без дальнейших действий может не только не решить проблему, но и привести к дальнейшему осложнению ситуации, накапливая негативные силы. Любая закрытая система, что-то потребляя должна и выделять эквивалентные количества вещества и энергии. Иначе ей грозит взрыв.

Технический подход

Начиная с палеолита, человек не столько развивался физиологически, сколько медленно, но верно развивал *внешнее тело цивилизации* (от каменного топора до суперкомпьютера). Этот процесс, имел экспоненциальный характер, незаметный вначале он достигает своего апогея именно в наше время.

Чтобы ощутить интенсивность роста технических средств цивилизации достаточно вспомнить, что паровой двигатель Дж. Уатта появился во второй половине XVIII века и быстро нашедший свое применение в фабричном производстве, а затем и в других областях. Паровоз Стефенсона появился только в начале XIX века. До конца XIX века «паровая машина» оставалась основным универсальным двигателем. первый автомобиль с двигателем внутреннего сгорания в самом конце XIX века, а электродвигатель нашел техническое применение лишь в начале XX века.

XX век ознаменовался быстрым ростом металлургии, химической, а затем и ядерной промышленности. К этому следует добавить активную разработку новых видов оружия, в том числе химического, применявшегося в первой мировой войне, ядерного, нашедшего применение во второй мировой войне, и биологического, к счастью не нашедшего применения. Сейчас достаточно взглянуть на любую стройку или транспортные пути городов, чтобы ощутить мощь технических средств цивилизации.

Соответственно экспоненциально росло и давление техники на окружающую среду обитания. Общественное осознание этих явлений все время шло с некоторым опозданием и сейчас только входит в активную фазу, опираясь на те же технические средства.

Технический подход к способам ликвидации негативных экологических ситуаций — это первое, что приходило в голову в век технического прогресса. Он концентрирует внимание на создание различных очистительных механизмов. Всевозможные фильтры, ловители, вентиляторы и аналогичные устройства борются с возникающими во все большем объеме загрязнениями среды обитания. Такие подходы, решая актуальные локальные задачи, не охватывают проблемы в целом. Любые технические системы очистки промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов требуют дополнительных затрат энергии, запасы источников которой не безграничны, а стоимость постоянно возрастает. Более того, энергетические ресурсы одни из самых «грязных» с экологической точки зрения. Решая задачу в одном месте, мы увеличиваем эконагрузку в другом. В результате общая ситуация не улучшается, а ухудшается.

Ноосферный подход

Иной подход заложен в ноосферной концепции В.И. Вернадского. В отличие от и антропоцентрических близких по содержанию терминов А.П. Павлова, Д.Н. Анучина, И.М. Гревса, П.Т. Шардена, Э. Ле-Руа и др. (техно-, психо-, антропосферного и т.п.) подходов, ставящих человека в центр системы (остальное среда), ноосферная концепция Вернадского исходит из примата Природы и ее законов, с которыми человек должен согласовать все свои действия [1, 2]. Человек здесь, в отличие от антропоцентрического подхода, не только часть природы, но и ее порождение, неразрывно с ней связанное. Человек не *управляет* развитием ноосферы, а только *участвует* в ее эволюции. «Человечество - писал В.И. Вернадский - взятое в целом, не безразлично в стихийных, естественных процессах, идущих на земной поверхности. Оно здесь теснейшим образом связано с другими организмами и совершает с ними вместе огромную определенную рода геологическую работу» (выделено мной Г.Н.) [3].

Отличие в понятиях ноосферы имеет не только теоретический интерес. Оно ориентирует на разный способ мышления а, вслед за этим, и на разные практические действия.

Основу ноосферного подхода Вернадский видел в геологической роли человечества. «Чрезвычайно характерно, — писал он — что геохимическая роль культурного человечества (выделено мной Г.Н.) совершенно соответствует геохимической роли живого вещества» [4]. Иными словами ноосферный подход кладет в основу биогеохимические циклы со всеми их естественными закономерностями. Все конкретные действия человечества должны быть согласованы с естественными законами, по которым развивалась и должна развиваться в будущем биосфера. Человек может писать свои законы, но не законы Природы. Их он может только познавать и им следовать. Несогласованность этих законов всегда будет, в конечном счете, приводить к печальным последствиям.

Примеры ноосферного подхода

Приведем несколько примеров ноосферного подхода к решению экологических задач, связанных с горнорудными предприятиями.

Закономерности формирования геохимических барьеров могут с успехом использоваться при формировании горнорудных отвалов (рис.1), где направленное чередование окислительных и восстановительных условий может приводить к концентрации горизонтов с повышенным содержанием меди, которая не рассеивается поверхностными водами, вновь направляется на переработку. Опытные работы показывают, что уже через несколько лет за счет внутренней перегруппировки вещества здесь появляются дендриты самородной меди и другие медьсодержащие минералы, которые могут быть дополнительным источником полезных компонентов [5].

На урановом месторождении Кенигштайн для очистки шахтных вод богатых ураном использовался сорбционный барьер. Шахтная вода подавалась в специальные бетонные отстойники, в которые добавлялись местные глины, использовавшихся в качестве сорбента (рис.2). медленно осаждающаяся глина не только избавляла воды от растворенного урана, но и позволила сохранить его для дальнейшей переработки. Отсевший осадок с сорбированным ураном отправлялся на кучное выщелачивание, а очищенная от урана вода сливалась.

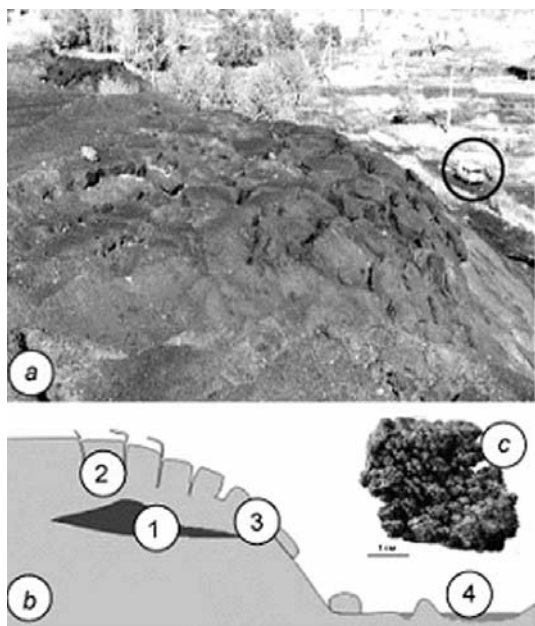


Рис. 1. Горящий отвал полиметаллического месторождения – а общий вид (для масштаба в кружке микроавтобус), схема его строения – б (цифрами обозначены минеральные новообразования: 1- медь, цинкит, виллемит; 2- антлерит, девиллин, натрохальцит, арсенолит, клаудетит; 3- халькантит, ганнингит; боршантит, антлерит) 4- медь: образец самородной меди, образовавшейся за 4 года на геохимическом барьере.

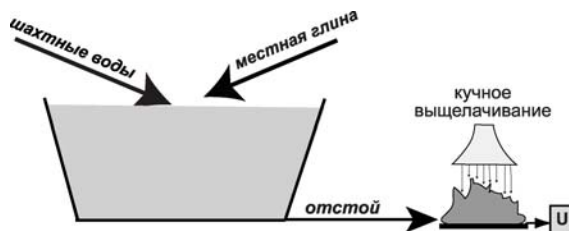


Рис.2. Система очистки шахтных вод уранового месторождения Кениг-Штайн (СГАО Висмут).

Большую опасность представляют искусственные хвостохранилища промышленных отходов обогатительных и перерабатывающих предприятий. Прорыв плотин обычно чреват катастрофическими последствиями. Так, разрушение в 1998 г. плотины отстойника, находящегося в 30 км к северо-западу от Севильи (рис. 3), вызвало утечку кислот и токсичных отходов общим объемом 4500 кубометров, повлекшая тяжелейшие последствия для экологии региона. Загрязненная мышьяком и цинком вода причинила также серьезный ущерб национальному природному заповеднику, частично попав в Гвадалквивир и в Атлантический океан. Общая площадь загрязнений составила 4402 гектара.

Тяжелую потенциальную опасность представляет прорыв плотин хранилищ радиоактивных отходов. Так оценочные расчеты, выполненные ПО «Маяк», показали, что при полном разрушении плотины № 11 этого предприятия произойдет разовое крупномасштабное поступление до $20 \cdot 10^8 \text{ м}^3$ загрязненной радионуклидами воды с донными отложениями с суммарной активностью до $15\text{—}20 \cdot 10^3 \text{ Ки}$. Попадание этих вод в открытую гидрографическую сеть может вызвать катастрофические последствия для речной системы Исеть — Тобол — Обь.

В то же время грамотный ноосферный подход к этим объектам может не только предотвратить катастрофические последствия, но и получать дополнительные полезные продукты. Так своеобразные комплексные окислительно-восстановительные кислотно-щелочной и сорбционный барьеры могут создаваться в теле плотин хвостохранилищ (рис. 4). Если тело плотины сформировано таким образом, что сквозь него происходит медленное просачивание раствора, имеющего кислую реакцию и обогащенного железом и тяжелыми металлами, то на внешней ее стороне образуется пленка гидроокислов железа, сорбирующая значительные количества тяжелых металлов. Вытекающая вода очищается от токсичных примесей и одновременно образует рудный концентрат. Более детально эти материалы приведены в недавно вышедшей обобщающей работе новосибирских ученых [6].



Рис. 3. Плотина-отстойник, к северо-западу от Севильи после разрушения.



Рис.4. Окислительно-восстановительный, кислотно-щелочной и сорбционный барьер в плотине хвостохранилища.

Сооружение вокруг сульфидоносных отвалов угольных шахт траншей, заполненных известняком (рис. 5), ограждает окружающие территории и водные артерии от загрязнения кислыми водами с тяжелыми элементами, образующимися при окислении горных отвалов. На известковом барьере происходит не только нейтрализация кислых вод, но и гидролиз ряда элементов, которые периодически могут извлекаться и пускаться в промышленную переработку.



Рис. 5. Заградительный кислотный барьер на пути кислых вод с тяжелыми элементами, образующимися при окислении горных отвалов.

Эти частные примеры, количество которых можно продолжить, показывают, что использование закономерностей формирования природных геохимических барьеров позволяет с успехом решать вопросы минимизации негативных экологических обстановок, возникающих в процессе технического воздействия на природу, а порой еще и получать дополнительные полезные продукты.

Таблица 1

Структура ТБО Москвы

Виды отходов	%
Бумага, картон	37
Пищевые отходы	30,6
Текстиль	5,4
Полимеры	5,2
Металлы	3,8
Стекло	3,7
Дерево	1,9
Кости	1,9
Камни, керамика	0,8
Резина	0,5
Прочие вещества	9,4

Бытовые отходы

В последнее время все большее значение приобретает проблема роста промышленных и бытовых отходов, особенно остро ощущаемая в крупных мегаполисах. По официальной статистике на территории г. Москвы ежегодно образуется более 18 млн. т (49,3 тыс. т/день) отходов. В их числе 3 млн. т промышленных отходов, около 4 млн. т твердых бытовых отходов (ТБО), 2 млн. т отходов от сноса ветхого жилого фонда, 3,5 млн. т осадков сточных вод, 6 млн. т загрязненных грунтов. Преобладающая часть отходов, образуемых на предприятиях города Москвы, размещается на

территории Московской области. На протяжении последних 15 лет среднегодовой прирост объемов образования отходов составляет ~3%.

Характерно изменение структуры отходов в странах разного развития (рис. 6) [7]. В слаборазвитых странах резко преобладают органические отходы, составляющие ~60%. В развитых странах их количество сокращается более чем вдвое. Здесь на первое место выходят бумажные отходы, количество которых достигает 30%, и стекло. В развивающихся странах значительные объемы составляют пластические массы, текстиль, резина и кожа. Их количество сокращается в развитых странах за счет вторичной переработки. Количество металлов в структуре отходов составляющее в первой группе ~10% сокращается во второй и вновь растет в третьей.

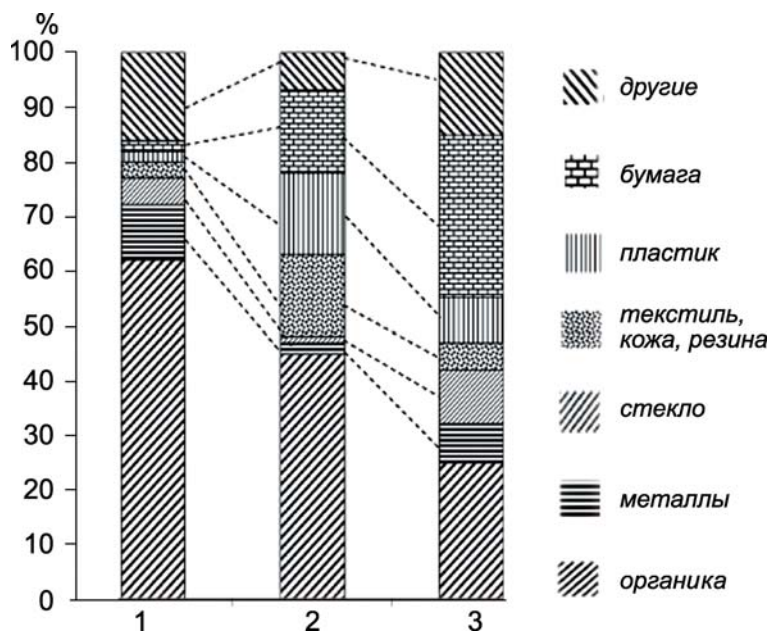


Рис. 6. Соотношение состава ТБО в зависимости от развития страны. 1- слаборазвитые, 2- развивающиеся, 3- развитые. (По А.В. Титовой).

Минимизация промышленных и бытовых отходов начинается с их сортировки. В какой-то мере это минимизация энтропии социума. Существует много схем управления отходами, всегда включающих их сортировку и извлечение из свалочного материала полезных компонентов. Так, для бытовых отходов не следует смешивать бумажные, стеклянные, металлические и другие их группы. Если бы мы извлекли из мусора и пустили в переработку всю бумагу и картон, то мы бы не только спасли огромные площади лесов, но и почти на 40% снизили бы объемы вывозимых на свалки ТБО. Вместе с пищевыми отходами это величина достигла бы $\frac{2}{3}$ вывозимого мусора. Не последнее место здесь занимают экономические стимулы. Так, в густонаселенных районах США стоимость помещения бытовых отходов на свалку достигает 80 \$/т. Это стимулирует направление их по другим трафикам.

Техногенные месторождения

Создание депо продуктов жизнедеятельности – организация «техногенных месторождений» вместо «техногенных помоек» имеет большие перспективы. Это и целенаправленное формирование горных отвалов, и поиски безопасных способов консервации промышленных отходов, в том числе радиоактивных, и многие другие действия, способствующие не только консервации отходов, но и превращение их в потенциальные кладовые, если не для нас, то для наших потомков.

Систематические исследования в этих направлениях во всем мире пока только начинаются. Так в Институте проблем комплексного освоения недр (ИПКОН) РАН ведутся активные исследования по экологически безопасным методам комплексного освоения недр, извлечения полезных компонентов из природных и техногенных объектов.

Специалистами Новосибирского научного центра создано ЗАО ИТОМАК базирующегося на территории Академгородка разрабатываются технологии добычи связанного золота из рудных отвалов и хвостов рудной золотодобычи. Многие

золотодобывающие предприятия Колымы перерабатывают старые отвалы. Обращается внимание и на отвалы других месторождений [^{8, 9, 10}]

Во многом исследования идут вслепую по отдельным узким направлениям. Более общая теоретическая база, дающая направление развития научной мысли, уже явно необходима.

Минимизация геогенных начал

Как правило мы не можем полностью исключить геогенные экологические катастрофы. Но в наших силах минимизировать их негативные последствия. Над своевременным предсказанием землетрясений и цунами работают многие ученые разных стран. И не только над предсказаниями, что уже весьма важно для уменьшения негативных последствий природных катастроф. Опытные работы по облучению электромагнитными импульсами опасных по землетрясению участков земной коры показало, что такое воздействие ускоряет высвобождение энергии, накопившейся в коре в виде потока относительно слабых землетрясений и, тем самым, уменьшает вероятность возникновения катастрофических событий [¹¹].

В сейсмоопасных районах применяются особые нормы строительства бытовых и промышленных сооружений.

Снежные лавины и селевые потоки могут успешно обезвреживаться путем разрядки на стадии их созревания.

Явления карста и суффозии [¹²] требуют разработки специальных методик при строительстве, что в последнее время начинает учитываться при возведении новых сооружений. Так в г. Москве, где по данным Института геоэкологии РАН расположение погребенных древних русловых отложений тесно связано со структурой геологического фундамента, разрабатываются специальные методики инженерно-геологических исследований [¹³].

Это только отдельные примеры, которые показывают, что геологические явления, создающие потенциальные экологические опасности, должны внимательно изучаться и, по возможности, нивелироваться. Но они начинают привлекать внимание исследователей только в самое последнее время. Здесь еще много возможностей для новых открытий.

Методологические основы решения экологических проблем

Методологическая основа для оптимального решения экологических проблем заложена в ноосферной концепции В.И. Вернадского.

Здесь намечаются следующие основные направления:

- 1) минимизация извлечения из природы продуктов жизнеобеспечения за счет комплексного, более рационального их использования,
- 2) симбиотическая система получения продуктов жизнеобеспечения,
- 3) рецикл внутри системы
- 4) создание депо продуктов жизнедеятельности – «техногенные месторождения» вместо «техногенных помоек»,
- 5) возвращение продуктов жизнедеятельности в биогеохимические циклы биосферы (включение элементов в естественный круговорот элементов).

Фактически многие месторождения полезных (для нас) ископаемых являются скоплением токсичных элементов и их ассоциаций. Так, месторождение мышьяка, содержащие тысячи тонн этого элемента, могут сотни миллионов лет сохраняться в недрах, не принося никакого вреда окружающей природе. Любое месторождение можно рассматривать как «помойки природы», куда она сбросила избыточные для данных условий элементы. Наверное, здесь можно поучиться у природы. Может быть, по аналогии с наукой **бионикой** нужна и наука **геоника**. По-существу оптимальное решение экологических вопросов должно подчиняться тем же естественным законам, что и любая природная система [¹⁴].

Литература

- 1 Наумов Г.Б. Аксиомы ноосферной концепции Вернадского. *Науковедение* 2001, №4, С. 146-162.
- 2 Наумов Г.Б. О понятии ноосфера. *Науковедение* 2002, №3, С. 86-96.
- 3 Вернадский В.И. *Наука как геологическая сила // В.И. Вернадский о науке т.1, Дубна.: Феникс 1997, С. 131.*
- 4 Там же, С. 132.

- 5 Бортникова С.Б., Гаськова О.Л., Айриянц А.А. Техногенные озера: развитие и влияние на окружающую среду. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал Гео, 2003.
- 6 Бортникова С.Б., Гаськова О.Л., Бессонова Е.П. Геохимия техногенных систем. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал Гео, 2006.
- 7 Титова А.В. Стратегия управления твердыми бытовыми и промышленными отходами в целях стабилизации биосферных процессов (на территориях крупных полигонов и горнопромышленных центров России), Автореферат докторской диссертации Москва, РУДН, 2006.
- 8 Емельянов Ю. Цинк – из отвалов. Тех Совет 2003, № 1 (1)
- 9 Яровой А. Новые ценности из старых запасов. Континент 2007, №17. <http://www.continent.kz/editorials/>
- 10 Гордон М., Даниэл В. Переработка горных отвалов на шахтах северо-западной Австралии. <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/fgtu/kozyr/library/lib14.htm>
- 11 Тарасов Н.Т., Тарасова Н.В. Изменение сейсмического процесса при облучении коры мощными электромагнитными импульсами. Доклад на конференции «Российская геология: от съезда к съезду» в государственном геологическом музее им. В.И. Вернадского РАН. 2008.
- 12 Природные опасности России. Т. 3. Экзогенные геологические опасности / Ред. Осипов В. И., Шойгу С. К. // М.: КРУК, 2002. -345 с.
- 13 Методика назначения объема инженерно-геологических изысканий в центре и срединной части г. Москвы. <http://www.skonline.ru/doc/6776.html>
- 14 В.П. Щербаков. Эволюция как сопротивление энтропии. Экология и жизнь 2008 № 10, 11.

Abstract. *The paper is devoted to consideration of two kinds of conditions, which evoke ecologically dangerous situations: geogenetic and technogenetic. It is demonstrated that only technical approach to minimizing negative consequences doesn't result in optimal decisions of problems, if we don't take into consideration peculiarities of the geological evolution in some concrete territories.*

Поступила в редакцию 05.09.2008 г.