

Томское отделение Российского минералогического общества
Томский государственный университет
Кафедра минералогии и геохимии



МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ АЗИИ

Выпуск 2

Томск
2013

8. Калугин А.С., Калугина Т.С., Иванов В.И. Железорудные месторождения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 238.

ГЕОДИНАМИКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СРЕДУ ЖИЗНЕОБИТАНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Ю.В. Индукаев

Томский государственный университет, г. Томск

e-mail: elits@mail2000.ru

Природная среда обычно отражает те закономерности, которые сложились на протяжении всей истории Земли и, в первую очередь выражает взаимоотношения между геодинамикой внутренних частей земной планеты, ее литосферой, гидросферой, атмосферой, педосферой и биосферой. Человек должен осознавать, что чистота воздуха, почвы, воды и других компонентов окружающей среды не существуют сами по себе. Они очищаются в результате биогенных процессов и могут быть легко нарушены [2]. Человек зависит от биосферы, но в то же время стремится изменить ее. Хозяйственная и бытовая сферы деятельности человека стали одним из решающих факторов преобразования природы. Индустриальная стадия экономического развития современного общества характеризуется резким повсеместным ухудшением экологического состояния природной среды.

Окружающая среда – это лишь та часть природной среды, где происходит активное взаимодействие природы с целенаправленной деятельностью человека. Это та часть природной среды, которая оказывает влияние на деятельность человека и которая, в свою очередь, испытывает ее воздействие.

Таким образом, под окружающей средой понимаются живые и косные (неживые) объекты, которые окружают человека, воздействуют на него и испытывают активные действия с его стороны. В сущности, это будет биосфера в понимании В.И. Вернадского[3], то есть биота и ее абиотическое окружение, а также проявления внешних действий на нее, прежде всего климатических, геодинамических и других факторов.

В данном случае рассмотрим наиболее важные геодинамические процессы, связанные с эндогенной активностью Земли и их воздействие на природную среду и жизнеобитание человека (его цивилизации).

Среди природных явлений (событий, элементов) важное значение имеют геодинамические воздействия, проявляющиеся в экосфере, в связи с эндогенной активностью внутренних частей Земли. Среди них следует назвать активизацию разломов, различных структурных форм, связанных с ними тектонических зон, землетрясения, извержения вулканов и т.д. Эти природные события, безусловно, влияют на состояние производящей экономики, развитие как отдельных стран, так и всего человеческого общества. В связи с этим важное значение приобретает проблема взаимоотношения человека (человеческого общества) с развитием геодинамических явлений в

окружающей среде. Подобные события, проявляющиеся в экзосфере, безусловно вызывают значительные отклонения от «нормальной» обстановки в окружающей среде, к которой адаптирована «жизнь» в биосфере. В частности, существование рода человеческого адаптировано к довольно узкому интервалу параметров (Т, Р, химического состава воздуха, воды, продуктов питания, магнитных и электромагнитных полей и т.д.). Учитывая это, можно отметить, что жизнь человека протекает в условиях фоновых обстановок природной среды, которая эволюционно исторически сложилась и к ней люди адаптировались. Подобное было обусловлено сложным комбинированным взаимодействием человеческого сообщества и эволюционным изменением природной среды.

Всякое изменение параметров природной среды обитания человека приводит к прямому и косвенному воздействию на людей. Первое выражается в развитии болезней, изменении генетического кода, в развитии мутаций. В свою очередь, косвенные воздействия проявляются через изменения объектов (систем), его социальной и хозяйственной деятельности (инженерных, административных, бытовых и других сооружений, растительного и животного мира, изменения почв, водных бассейнов и т.д.).

Геодинамика представляет собой науку о глубинных силах и процессах, возникающих в результате эволюции Земли как планеты и обуславливающих движения масс вещества и энергии внутри Земли и в верхних твердых ее оболочках. Собственно здесь идет речь о силах и процессах, которые являются движущим механизмом преобразования в литосфере и на поверхности Земли. Геодинамика внутренних частей Земли является главным фактором и основной причиной образования поверхностных тектонических структур и слагающих их геологических формаций.

С момента перехода Земли в планетарный период развития, в ее системе во флюидном состоянии сохранилось только внешнее ядро [11]. Это и определило ее главную специфику – эндогенную активность, периодически (циклически) продолжающуюся свыше 4,6 млрд. лет. Началом этого эндогенного развития явилось бурное отделение водородно-углеродных флюидов с примесью разнообразных летучих (инертных газов – N, Cl, F, S и др.). В частности, первоначально это привело к созданию глобальной рифтовой системы на поверхности Земли, разделив ее на блоки, определившие последующее размещение на ней океанов и континентов.

Периодическое формирование этих флюидных потоков характеризует общий циклический процесс дегазации Земли. В процессе кристаллизации жидкого внешнего ядра, его более тугоплавкие и тяжелые компоненты идут на строительство внутреннего твердого ядра, а легкие примесные производные (H, углеводороды, инертные газы, N, S, Se, Te и другие) периодически всплывают к поверхности.

Разрастание твердого субъядра является непрерывно действующим фактором повышения давления флюидов в жидком ядре, периодически прерываемого импульсами усиления дегазации. В результате Земля представляет собой саморазвивающуюся систему, движущей силой которой

стала кристаллизация ее твердого Ni-Fe субъядра за счет процессов, протекающих во внешней жидкой оболочке. Энергетический поток, идущий от внешнего ядра, разогревает вещество в самом глубоком слое мантии («Д» слой). Это с одной стороны, подавляет конвекцию в жидком субъядре и является причиной инверсии магнитного поля, а с другой – происходит утолщение «Д» слоя. Последний становится неустойчивым и выбрасывает восходящие струи мантийного флюидного вещества (флюидные потоки) в виде «плюмов» [9]. Наиболее оптимальные условия флюидного плавления вещества мантии осуществляется на глубине 80–110 км.

Восходящие флюидные потоки являются главными агентами переноса энергии и вещества в поверхностные оболочки Земли из глубинных ее частей. В более верхних горизонтах Земли осуществляется окисление флюидов (H_2 переходит в H_2O и т.д.) с выделением дополнительной энергии. Все это способствует развитию тектогенеза, магматизма, метаморфизма и рудообразования. При этом во флюидных потоках развиваются реакции, генерирующие воду. Благодаря генерации водного компонента понижается температура плавления горных пород. Реакции способствуют развитию очагов магматизма в глубинных зонах в том числе питающих вулканизм и формирование плутонических тел (систем).

Таким образом, подъем к мантии глубинных ювенильных флюидов (плюмов) приводит к плавлению и конвекции ее вещества, с образованием тектонически активных «горячих» зон впоследствии на поверхности Земли. Подобное осуществляется циклически. Цикл начинается множеством восходящих потоков вещества от границ внешнего флюидного ядра (или раздела внутри мантии). Эти потоки самоорганизуются, группируясь в небольшое количество крупных ячеек. Медленный подъем разогретого легкого и легкоплавкого вещества приводит к сравнительно кратким периодам выделения этого вещества в литосферу и на поверхность Земли – периодом усиления тектоно-магматической активности. Такой период прекращается после исчерпывания ресурса, а следующий подобный период наступает с подъемом новой порции глубинного вещества, обеспечивающим автоколебательный характер процесса. Однако, поскольку источники глубинного вещества находятся в разных частях недр Земли, может произойти перестройка конвективных ячеек, то есть – разрушение старой и формирование новой их системы (и структуры).

Безусловно, геодинамические процессы генетически связаны с многочисленными активными зонами глубинных разломов. Так, например, к числу таких подвижных разломных зон принадлежит мощная дизъюнктивная структура Балтийского щита [6], заложенная еще в докембрии и активизировавшаяся в палеозое. В каледонский и герцинский этапы горообразования в этой зоне образовывались вулканы, массивы нефелиновых сиенитов и карбонатитов. Сейсмичная в прошлом эта разломная зона и в наше время остается наиболее активной на Балтийском щите, протягиваясь от грабена Осло на юго-западе через Швецию и Финляндию на северо-восток, через Кольский полуостров.

В результате перемещения крупных плит или блоков земной коры формируется иерархический ряд систем, представленных разломами, складками, вулканами и другими, образующими структуры разной сложности [14]. В отдельной зоне разломов происходит накопление упругой деформации (процесс длительный и возвратный в том смысле, что при снятии нагрузки снимается и деформация). Когда накопленная деформация приближается к пределу прочности пород, начинают развиваться трещины и деформация ускоряется, становясь необратимой. Наконец, когда этот предел преодолевается в той или иной части зоны разломов, происходит, сопровождающееся землетрясением, быстрое перемещение крыльев зоны разлома по одной или немногим плоскостям. Остальные трещины прекращают развитие. Медленно накапливавшаяся деформация снимается и начинает накапливаться снова, пока не снимется при следующем землетрясении в том же или другом участке зоны. Для зоны разлома в целом – это эпизод в автоколебательном процессе развития, а для меньшей системы, деформация – разрушение на участке зоны в промежутке времени между двумя землетрясениями – это полная ее гибель.

На планете особо выделяются так называемые сейсмические районы, или сейсмические опасные зоны, где землетрясения происходят периодически (Камчатка, Япония, район Байкала, Средняя Азия, Иран, Турция, Греция, Италия, Кавказ, Крым, Аляска, Калифорния, Мексика, Колумбия, Перу и др.).

Грандиозные вертикальные и горизонтальные перемещения гигантских масс земной коры на большие расстояния (сбросы, сдвиги, надвиги, шарьяжи) устанавливаются геологическими методами и фиксируются на конкретных участках земной коры. Особенно, контрастно в районе Тихоокеанского кольца и многих других территорий.

При этом следует отметить, что землетрясения являются по существу обычными явлениями развития глубинных частей Земли. Их происходит свыше 100 000 в год. Из них примерно 10000 ощущаются людьми и животными, а 100 – завершаются разрушениями [6]. Видимые разрушения дают землетрясения силой от 7 баллов и выше. При этом выделяется энергия от 10^{12} эрг до 10^{27} эрг. При таком диапазоне удобнее пользоваться логарифмической шкалой, где за ноль принять самое слабое землетрясение (10^{12} эрг), а за 1 – в сто раз более мощное, а за 2 – в 10000 раз сильнее, чем нулевое, и т.д. Эти числа принято называть магнитудами землетрясений (M).

Ташкентское землетрясение [14] 1966 г. имело магнитуду 5,3. Ясно, чем больше магнитуда, тем сильнее землетрясение. Однако, сравнительно слабые, малоглубинные землетрясения могут вызвать катастрофические разрушения на поверхности Земли. Таким было катастрофическое землетрясение в г. Скопле (Югославия) в 1963 г., хотя его энергия была всего 4,5–5,5 М.

Согласно историческим документам с землетрясениями [6] связываются многочисленные жертвы среди населения. Так, 100000 человек погибло в 1290 г. и 830 000 человек – в 1556 г. в Китае, 300 000 – человек в 1737 г. в Калькутте (Индия), 60 000 человек – в 1755 г. в Лиссабоне.

Землетрясения бывают вулканические – предшествующие извержению, сопровождающие или завершающие его, либо тектонические – вызванные подвижками значительных масс пород на больших глубинах, либо обвальные – вследствие оползней и обвалов значительных масс пород. Наряду с этим люди, в процессе своей трудовой и бытовой деятельности, могут вызывать и искусственные землетрясения.

Самыми катастрофическими землетрясениями являются тектонические. Место зарождения тектонических землетрясений называется его очагом (гипоцентр). Обычно глубины очагов – десятки, а то и сотни километров. Место на поверхности Земли, над очагом землетрясения, называют эпицентром, где сила толчков наибольшая. Энергия землетрясений так велика, что на поверхности Земли образуются иногда очень протяженные, на 250–450 километров трещины, по сторонам которых на разную высоту (до 10 м) могут быть подняты или опущены породы. Они до землетрясения составляли одно целое.

Суть землетрясений состоит в том, что на границе небольших блоков земной коры накапливается так называемая упругая энергия. В дальнейшем при ее выходе небольшие плиты в участках разломов смещаются с мест. При сдвигах возникает «удар» и от него исходят сейсмические волны. Эти волны люди ощущают на себе, когда Земля буквально ускользает из под ног. С точки зрения развития Земли – это рядовое событие. Однако, люди воспринимают землетрясения как катастрофическое явление. Достаточно вспомнить недавние события в Юго-Восточной Азии. Здесь в Индийском океане, сейсмоопасном регионе (в районе Индонезии) «трясет» до десяти раз в год. В частности, в пределах территории океана, где Индийская тектоническая плита своей северо-восточной стороной находится над Бирманской плитой, происходит сдвиг плит. При этом освобождается колоссальная энергия, и она вызывает землетрясения. Подобное произошло 26 декабря 2004 г., когда Индийская плита зашла глубже под Бирманскую. В свою очередь, океанское дно деформировалось, вытолкнув на поверхность огромные массы воды. Вследствие этого, на поверхности океана возникли гигантские волны, которые кругами расходились от эпицентра землетрясения, превращаясь в цунами. Эти «смертельные» волны до Таиланда дошли за 40 минут, а до Шри-Ланки и Индии – почти за полтора часа. Высота волн достигала 5–6 метров. Цунами смыло с прибрежных участков Индии, Шри-Ланки, Таиланда и Индонезии до 300 тыс. человек, осуществив сильные разрушения. Это землетрясение было самое мощное на Земле с 1966 г. Подземные толчки в данном районе продолжались и позднее. Так, например, 29 марта 2005 г. в Индийском океане возле острова Суматра произошло новое землетрясение, силой 8,7 балла по шкале Рихтера. Оно вошло в десятку самых мощных колебаний почвы за последние 100 лет. На этот раз эпицентр природного катаклизма оказался на 250 километров южнее, чем в декабре 2004 г. Это землетрясение является продолжением предыдущих декабрьских тектонических событий. На этот раз толчки оказались слабее, поэтому они и не вызвали таких гигантских волн. При этом сильнее всего пострадал индийский остров Наим. Не обошлось и без цунами: трехметровые волны обрушились на

остров Симелуэ. Погибло до двух тысяч человек. Подземные толчки ощущались и в Малайзии, Сингапуре, Таиланде. Из отмеченных событий следует, что землетрясения вызывают огромной силы разрушительные морские волны – цунами. В памяти людей сохранились воспоминания о чилийском землетрясении 1960 г., когда возникшие при этом цунами, достигли берегов Японии. Например, землетрясение на Аляске (в 1964 г.) вызвало десятиметровую (по высоте) волну, которая с огромной скоростью пронеслась вдоль побережья США и Канады.

В настоящее время известны материалы, утверждающие, что с развитием гидростроительства, при сооружении огромных водохранилищ, на Земле возрастает число землетрясений. Так, в 1935 г. в штате Колорадо (США) было построено огромное водохранилище Боулдер-Дам, уровень воды в котором составил 145 метров, а вес ее – 35 миллиардов тонн. Здесь, по-существу, сразу же начались землетрясения. Самое сильное из них имело магнитуду 5. В 1960 г. началось строительство гигантского водохранилища (объемом 175 миллионов тонн) на границе Родезии и Замбии, а через два года стали ощущаться подземные толчки. В 1963 г. здесь зафиксированы первые землетрясения с магнитудой 5,7 и 6,7.

Под вулканизмом понимается совокупность процессов, обусловленных извержениями магмы на поверхность Земли [1]. В местах извержений возникают лавовые покровы, потоки, вулканы, горы, сложенные лавами и их распыленными при взрывах частицами – пирокластами. В зависимости от кислотности магм изменяются свойства образованных ими лав.

С 1500 года до нашей эры по 1973 г. человечеству известны 817 вулканов [6]. Сейчас на Земле – 468 действующих вулканов (310 на островах и 158 на материках). При этом, конечно учтены не все подводные вулканы. В истории Земли вулканы были еще более многочисленными, а продукты их извержения временами представляли твердый покров планеты. Во всех случаях вулканы поставляют на поверхность Земли огромное количество земного вещества, неузнаваемо изменяя рельеф и окружающую среду. Так, вулкан Ключевский за 10 000 лет выбросил около 200 км^3 вещества. Объем магматического очага Этны в Сицилии определяют в 300 км^3 , а очаг вулкана Мауна-Лоа на Гавайских островах достигает $42 000 \text{ км}^3$.

При действии камчатского Ключевского вулкана в 1938 г. взрывы происходили в верхних кратерах, а в нижних шло спокойное излияние лавы. Нижний кратер Билюкай извергал лаву 390 дней.

История человечества повествует о самых неожиданных событиях, связанных с действием вулканов на Земле. Так, например известна дата (76 г. до н.э.), когда неожиданно начал извергаться давно, казалось, застывший вулкан Соммо-Везувий в Италии. В истории развития человеческого общества данное явление природы описано в различных источниках. Так, это трагическое событие описал его очевидец Плиний Младший. Оно было результатом вулканического извержения. Привычная жителям Италии лесистая гора Сомма извергла раскаленную ядовитую тучу, потоки лав и лавины пепла, уничтожившие три цветущих города (Помпею, Геркуланума и Стабию).

Наряду с этим в исторической летописи человечества известны случаи, когда вулкан мог сформироваться на глазах очевидцев. Так, 27 сентября 1957 г. близ острова Фаям началось подводное извержение нового вулкана Капельнюша, и за 13 месяцев в океане появилась суша площадью в сотни гектаров. 20 февраля 1943 г. на маисовом поле близ мексиканской деревушки Парикутак стал расти вулкан. За три дня высота, стреляющего пеплом и кусками лавы конуса достигла 138 метров, а спустя год – 430 метров. Всего 9 лет продолжался рост вулкана, выбросившего из недр Земли 3,5 млрд. тонн лавы и 39 млн. тонн водяного пара. При этом, это был вулкан-малютка.

Весьма внушительным эпизодом в истории существования человечества и развития вулканизма на Земле явилось последнее извержение вулкана Хельгафель на острове Хеймэй близ южного побережья Исландии. 21–22 января 1973 г. жители города Вестманнаэйяра ощутили многочисленные толчки и колебания почвы. Затем они прекратились и в ночь на 23 января началось извержение вулкана. В начале на восточном склоне древнего вулкана Хельгафеля возникла трещина в 1600 метров, из нее показалась раскаленная лава, и повалил дым. Трещина разрослась и лава потекла в море, образуя острова. Затем над трещиной появились раскаленные облака и фонтаны лавы. Последняя надвигалась на город, вползала раскаленной рекой в гавань, нагревая морскую воду. Уже в первые 40 часов излилось не менее 15 миллионов кубометров лавы, и она продолжала активно поступать на поверхность (до 100 кубометров в секунду). К ночи 26 января слой пепла на всем острове достиг 70 см, а новый кратер вырос на 100 метров. Вход в гавань был полностью перекрыт лавовым потоком, сгорело и было погребено свыше 80 домов. К концу апреля вулкан почти успокоился, выбросы лавы уже не превышали 5 кубометров в секунду. Толщина накопившихся лавовых покровов составила к этому времени 70 метров.

Вулканы – грозное стихийное бедствие [1], так как нередко извержения сопровождаются землетрясениями, океаническими волнами – цунами, грязевыми потоками – селями. Относительно достоверная статистика вулканических извержений определяет число жертв с 1500 г. по 1970 г. сотнями тысяч человеческих жизней. Например, 30 000 человек мгновенно погубил 8 мая 1902 г. вулкан Мон-Пеле на острове Мартиника. 40 000 человеческих жизней унес взрыв вулкана Тамборо в Индонезии (1815 г.). Печальным «рекордом» прославлена итальянская Этна, лишившая жизни в 1669 г. 100 000 человек. Огромны и материальные потери.

Человечество тысячи лет интересуется вулканами с целью защиты от них. Однако, уверенно предсказать время извержения активного вулкана пока нельзя. Геологи называют вулканы окнами, через которые можно заглянуть в недра Земли. Чтобы знать характер вулканов и предсказывать их поведение, геологи ведут постоянные наблюдения за действующими из них. Так установлено, что под материковыми вулканами толщина земной коры не достигает и 12 км, а под материковыми нередко превышает 25–50 км.

Вулканы расположены на Земле поясами. Эти закономерности расположения вулканов связаны со строением литосферы. Самые большие

вулканические пояса на Земле приурочены к границам крупнейших литосферно-мантийных структур. При этом выделяются суперпланетарные и планетарные пояса. Суперпланетарные приурочены к границам трех литосферно-мантийных секторов Земли: Тихоокеанского, Гондванского и Лавразийского.

Тихоокеанский сектор ограничен Западно-Тихоокеанской и Восточно-Тихоокеанской зонами Беньюфа-Заварицкого с мощным вулканизмом вдоль них.

Гондванский охватывает Антарктику, Африку, Австралию, Южную Америку, Аравийский полуостров и полуостров Индостан, а также Индийский океан и южную половину Атлантического. Этот сектор ограничен на севере суперпланетарной зоной разломов Тэтиса, протягивающейся от Филиппин через Гималаи к Малой Азии и Средиземному морю. С этой зоной связаны плохо сохранившиеся зоны Беньюфа-Заварицкого и региональные проявления вулканизма и землетрясений.

Лавразийский литосферно-мантийный сектор охватывает Евразию, Северную Америку, северную половину Атлантического океана и весь Северный Ледовитый океан. Он граничит с Гондванским сектором по суперпланетарной разломной зоне Тэтиса. Таким образом, вулканизм в зоне Тэтиса является результатом взаимодействия литосферы этих двух секторов.

Рассмотренные геодинамические процессы развивались в пространстве и во времени на поверхности Земли (в экзосфере). Естественно они прямо или косвенно касались развития современных природно-антропогенных ландшафтов, которые являются средой жизнеобитания человеческого сообщества. Отличительной особенностью всех геодинамических процессов является катастрофичность их проявления. Однако, в современных условиях, как показывают результаты событий последнего столетия, краткие геодинамические явления, пусть даже катастрофические, редко имели существенное значение для развития человеческого общества. Хотя, безусловно, такие воздействия могли оказывать воздействие на долгопериодные вариации геодинамических параметров (климатические изменения, эпохи усиления тектонической и вулканической активности и т.д.).

Однако, следует отметить, что в подавляющем большинстве случаев, влияние геодинамических факторов на природную сферу выражается в отрицательном их воздействии прежде всего на среду жизнеобеспечения и жизнеобитания людей. В прямом смысле, это приводит к сложным социально-экономическим и экологическим ситуациям. Например, по данным 1992–1996 г. среди чрезвычайных ситуаций природного происхождения в России землетрясения составляли около 18 % [10]. Однако, материальный ущерб от них колоссален. Наибольший разовый ущерб наносят землетрясения с $M_s > 7$. От Нефтегорского землетрясения 1995 г. он оценивается в 40 млрд. дол.

Естественно, отрицательное воздействие геодинамических факторов на среду жизнеобитания и жизнеобеспечения людей будет зависеть от района развития этих катастрофических процессов. Например, Гоби-Алтайское [5] землетрясение 1957 г. в Монголии (магнитуда 8) было самым сильным во

второй половине XX в., но не привело к серьезным социально-экономическим изменениям. Поскольку оно произошло в крайне слабо населенном районе. Иная картина наблюдалась в случае землетрясения в Туркмении [7] (Ашхабад) в 1948 г. Оно было более слабое (по магнитуде – 7,4), но вызвало огромные разрушения и массовую гибель людей (до 35 тыс. человек в г. Ашхабаде и до 10 тыс. в других населенных пунктах).

В свою очередь, Спитакское землетрясение в Армении (1988) было еще слабее (магнитуда – 7), но разрушения немногим уступали ашхабадским. Хотя людских жертв было меньше (около 25 тыс. человек).

Сан-Францисское землетрясение (1989) было немногим менее сильное, чем Спитакское, однако, оно почти не сопровождалось человеческими жертвами, а разрушений было существенно меньше, чем в районе Спитака [14]. Подобное объясняется тем, что в последнем случае были выбраны специалистами благоприятные в сейсмическом отношении участки массовой застройки, сочетающиеся с высоким качеством антисейсмического строительства. Таким образом, геодинамические явления (землетрясения, извержения вулканов и др.) вызывают локальные изменения природы и гибель биологических сообществ. Результаты могут многократно усиливаться взаимодействием геодинамических процессов с экзогенными эффектами. В целом это сказывается на хозяйственной деятельности людей и обуславливает сложные социальные последствия.

Однако, еще большее значение имеет прямое воздействие катастроф на жизнь, физическое и психологическое здоровье людей и антропогенные объекты жизнеобеспечения.

Наносимый ущерб от воздействия геодинамических процессов, весьма существенный сам по себе, требует ресурсов для ликвидации последствий и в большей или меньшей степени нейтрализует усилия людей по обеспечению устойчивого развития человеческого общества. В связи с этим в программах устойчивого развития особое внимание уделяется научным разработкам и основанным на них практическим методам оценки воздействий как со стороны отдельных видов геодинамических опасностей (извержения вулкана, землетрясений и т.д.), так и возникновения возможного интегрального эффекта.

В данных программах необходимо предусмотреть оценку конкретного риска таких катастроф, их текущий прогноз и минимизацию последствий. Примером является отмеченное ранее Сан-Францисское землетрясение. Заранее спланированные и реализованные меры по минимизации последствий землетрясения выражались отсутствием людских потерь и в весьма небольших разрушениях. Наряду с этим, необходимо разработать в научном и практическом плане направления возможного использования человеком проявлений современных геодинамических процессов.

Литература

1. Апродов В.А. Вулканы. – М.: Мысль, 1982. – 367 с.

2. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. – 1944. – Т. 18. – С. 118–120.
3. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М.: Наука, 1989. – 262 с.
4. Воронцов А.М. Биосфера и человечество // В мире науки. 1989. – №.11. – С. 4–5.
5. Гоби-Алтайское землетрясение // Под. ред. Н.А. Флоренсова и В.П. Солоненко. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 391 с.
6. Давиденко И.В. Люди изучают Землю. – Мурманск, Книжное изд-во, 1977. – 224 с.
7. Кадыров Ш. Ашхабадская катастрофа. – Ашхабад: Туркменистан, 1990. – 64 с.
8. Лайель Ч. Основные начала геологии (перевод с девятого английского издания 1866 г.). – М.: Наука, 1960. – 321 с.
9. Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза // Геология рудных месторождений. – 2001. – Т. 43. – № 4. – С. 291–307.
10. Лосев К.С., Ананичева Н.Д. Экологические проблемы России и сопредельных территорий. – М.: Ноосфера, 2000. – 208 с.
11. Маракушев А.А. Происхождение Земли и природа ее эндогенной активности – М.: Наука, 1999. – 225 с.
12. Монин А.С. Численные эксперименты по формам мантийной конвекции // Докл. АН. СССР. – 1987. – Т 295 – № 5. – С. 1080–1083.
13. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – М.: Прогресс, 1986. – 356 с.
14. Трифонов В.Г., Караханян А.С. Геодинамика и история цивилизаций. – М.: Наука, 2004. – 668 с.

ФОСФОР И СЕРА В СКАРНОВЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУДАХ

Г.Б. Князев

*Томский государственный университет, г. Томск
e-mail: kgb@ggf.tsu.ru*

Сера и фосфор всегда оказываются спутниками железа в его месторождениях. Тесная связь фосфора и железа имеет место в месторождениях апатит-магнетитовых руд типа Кируны и соответствующих руд Ковдорского типа. В этих месторождениях, а также во многих массивах габбро продуктивная ассоциация железо-фосфор может рассматриваться как бизлементная собственно магматическая. Другая бизлементная ассоциация железо-сера наиболее ярко представлена колчеданными залежами. Все промышленные месторождения железа также сопровождаются серой и фосфором в количествах заметно меньших, чем в отмеченных выше бизлементных ассоциациях.