А.А.Смыслов, А.Г.Марченко, Л.В.Кулачков, Е.А.Боталова, А.Я.Тутакова, В.В.Алехина, И.А.Баранаускайте
Санкт-Петербургский горный институт

УДК 550.42:546.7:621.039

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ И ДРУГИЕ ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ РОССИИ

На территории России широко проявлены природные процессы, оказывающие негативные воздействия на природную среду и безопасность жизнедеятельности человека: эндогенные (сейсмоопасность) и экзогенные (сели, лавины) геодинамические явления, а также накопление аномальных концентраций токсикантов в геологических телах.

The natural processes resulting in negative impact on the environment and human safety conditions are widely developed in the territory of Russia. Among them are endogenic (seismic danger) and exogenic (mudflows, avalanches) geodynamic processes, and peculiarities of the chemical composition of geologic formations (anomalous concentrations of toxic components).

Существенное значение в формировании экологически благоприятных (комфортных) условий жизни и деятельности человека имеют природные факторы, с которыми связано формирование и последующая эволюция основных геосфер планеты (литосферы, гидросферы, атмосферы) и биогеоценозов [1]. Последствия некоторых природных факторов (сейсмичность, радоноопасность и др.) негативно влияют на здоровье людей и жизнедеятельность человека. Несмотря на исторически длительный период проявления этих факторов, их роль и значение в экологии и медицине стали осознаваться лишь в последние десятилетия [2]. Одной из основных задач в области экологии и природопользования является картирование территорий, где развиваются экологически опасные процессы (см. таблицу), их мониторинг и разработка мер по снижению риска жизнедеятельности человека.

На территории России, в особенности в пределах современных подвижных поясов, экологически опасные природные процессы проявлены достаточно рельефно и широко [3]. Из эндогенных геодинамических процессов, протекающих в недрах Земли, наибольшую опасность представляют сейсмические явления (землетрясения), а также вулканизм. Возникновение эндогенных процессов связано с внутренним теплом Земли, генерируемым в подкоровых зонах планеты и в виде конвективного тепломассопереноса проникающим в приповерхностные горизонты (геологическую среду) в зонах кайнозойских рифтов и областях современного вулканизма и гидротермальной деятельности (Камчатка, Курильские острова). На территории России наиболее интенсивные (катастрофические) землетрясения (магнитуда до 6-8 по шкале Рихтера) связаны с фрагментами трех глобальных геодинамических поясов Земли:

- Тихоокеанским подвижным поясом, прослеживающимся через Карякию, Камчатку и Курильские острова, где расположены наиболее интенсивные и глубокофокусные (до 700 км) землетрясения и подавляющее большинство действующих вулканов;
- срединно-океаническим хребтом (Гаккеля) и рифтом, продолжающимся в структуры Верхоянья в виде рассредоточенных рифтов и грабенов (Момский грабен и др.);
- Алтае-Саянско-Забайкальским ответвлением Средиземноморского подвижного пояса. На границе этого пояса в качестве самостоятельной структуры выделяется современная Байкальская рифтогенная геодинамическая структура с проявлением разрушительных и катастрофических землетрясений по неотектоническим разломам (с магнитудой до 6-7,5).

Экологически опасные природные процессы

Тип и группа процессов	Характер и место проявления	Степень опасности и экологического риска	Меры по снижению риска
Геодинамические процессы			
Эндогенные			
Землетрясения (сейсмоопасность)	Кратковременные нерегулярные пульсации взрывного характера в современных подвижных поясах	Значительные разрушения и большие жертвы. Психологические стрессы.	Сейсмостойкое строительство и система оповещения
Вулканизм	Продолжительные (дни, недели) извержения в областях современного вулканизма	Жертвы и разрушения	Система оповещения
Экзогенные			
Сели	Внезапность проявления в горных областях	Жертвы	
Карст	Гидрогеологический режим в карбонатных толщах	Провалы местности и разрушения	Ограничения в строительстве
Аномальный химический состав горных пород и руд			
Повышенная естественная радиоактивность и радоноопасность	Постоянно на участках повышенной радиоактивности горных пород	Лучевая болезнь, рак легких при высоких концентрациях радона	Система строительства и вентиляция помещений
Аномальные содержания токсикантов и биофильных элементов в горных породах и рудах	Постоянно и повсеместно по отдельным элементам	Болезни пищеварительных и других органов	Лекарственные препараты и пищевые добавки

Кроме этих основных структур эпизодические землетрясения с меньшей активностью (магнитуда до 2-3) проявлены также на Северо-Западе России, юге Урала и других территориях.

Экзогенные геодинамические процессы на Земле объединены общим источником энергии, каковым является Солнце. Грандиозный энергетический потенциал, который присущ среде обитания человека – поверхности Земли и атмосфере – определяет глубину зависимости человечества от экзогенных процессов. Эти процессы разделяют на гидрометеорологические, относимые к предмету гидрологии и метеорологии, и гидрогеоморфологические, изучаемые геологией.

По временно́му фактору опасные экологические экзогенные процессы могут быть подразделены на три группы: эволюционные, эпизодические и революционные. Первые реализуются постоянно или ежегодно (сезонно) и в значительной мере формируют эколого-геологическую среду. К ним относятся крип, опустынивание, выветривание, карстовые процессы, заболачивание, эрозия, суффозия, абразия берегов, волноприбойное перемещение пляжных отложений, мерзлотные и эоловые процессы и др.

Эпизодические процессы иногда закономерно повторяются с периодичностью более одного года и приводят к серьезным отклонениям от «фоновой» эколого-геологической ситуации. К этой группе относят осыпи, обрушение карстовых полостей и подвергшихся суффозии лессовых пород, обрушение берегов и др. Они, очевидно, локальны, но представляют значительную опасность вследствие временно́й неопределенности.

Революционные явления иррегулярны или периодически повторяются в пределах конкретной ландшафтной единицы (склона, каньона и т.д.). Зачастую их проявления имеют губительные экологические последствия. Сели, оползни, горные обвалы, снежные лавины и провалы, относимые к третьей

группе, предсказуемы в значительно меньшей степени, чем явления двух предыдущих групп. Масштабы ежегодного ущерба от революционных экзогенных геологических явлений достигают астрономических величин: прямые и косвенные убытки от селей и оползней, например, в США составляют 1 млрд долларов.

Деятельность человека провоцирует или резко ускоряет такие процессы, как оползни, суффозия и просадка лессовых пород, овражно-балочная эрозия, заболачивание, засоление грунтов и грунтовых вод, опустынивание, и связанные с ними явления и др.

Пространственное распространение на территории России большинства экзогенных эколого-геологических процессов на региональном уровне контролируется, в основном, ландшафтной зональностью и вертикальной поясностью.

Влияние экзогенных процессов на эколого-геологическую среду разнообразно по форме и сводится к следующим основным видам возникающих осложнений:

- инженерно-геологические осложнения, связанные с трансформацией мезо- и микрорельефа и изменением инженерных свойств геологического субстрата;
- в сфере сельского хозяйства;
- санитарные и медицинские;
- природно-катастрофические.

При прогнозировании опасных экзогенных процессов наиболее трудным представляется учет техногенного воздействия на окружающую среду в условиях интенсификации хозяйственной деятельности, так как наибольшие экологические потрясения в экзогенной сфере в XX в. были инициированы человеком.

Вещественный состав геологических тел влияет на экологическую обстановку за счет геохимической дифференциации геологических образований, в которых содержания химических элементов значительно отличаются от фоновых в сторону повышения (положительные аномалии), понижения (отрицательные аномалии), а также участков более сложного перераспределения элементов – аномальных геохимических полей. Такие аномалии представляют собой природные факторы экологического состояния геологической среды (природные экогеохимические факторы).

Существуют биогеохимические провинции, в пределах которых аномальные геохимические особенности геологической среды вызывают специфические биотические изменения и являются причиной эндемических заболеваний населения (например, уровская болезнь в Забайкалье, связанная с природным нарушением баланса между кальцием, стронцием и барием).

Интенсивность природного загрязнения экосистем токсичными элементами определяется не только уровнем их концентраций в подстилающих горных породах, но также формами нахождения и индивидуальными миграционными свойствами. Наибольшую природную экологическую опасность обычно представляют собой геологические образования, обогащенные Se, F, As, Cd, Hg и U – элементами, которые не только наиболее токсичны, но и обладают повышенной способностью к водной миграции.

Особую специфику имеют породы, обогащенные органическим веществом: углеродистые сланцы и угли. Их геохимическое влияние на окружающую среду связано с высокими концентрациями многих экологически опасных элементов-примесей вплоть до концентраций U, Ge, Mo, Be, Re и других элементов, допускающих их промышленное извлечение.

Особую экологическую опасность представляют геологические формации, обогащенные ураном и радием. С этими формациями связаны повышенные концентрации радона, инертного газа, который, проникая в легкие, наносит наибольший радиационный ущерб здоровью. Зоны и территории с повышенной радиоактивностью и радоноопасностью расположены в Прибайкалье и Забайкалье, Алтае-Саянской области, на Северо-Западе России (Ленинградская область и юг Карелии).

Среди горных пород с повышенной радоноопасностью и высоким содержанием урана и радия на Северо-Западе Росии выделяют следующие:

• граниты-рапакиви Выборгского и Салминского комплексов и малые интрузии лейкократовых гранитов Кузнечинского и других комплексов, содержащие до (10÷25) 10^{-4} % U. В этих породах наблюдается зависимость содержания урана и тория от SiO_2 и K_2O;

• метаморфические породы фундамента (гранитогнейсы и кристаллические графитоносные сланцы раннего протерозоя);

• диктионемовые сланцы ордовика в чехле платформы, в которых содержание урана достигает 0,01-0,03 %, и другие осадочные отложения, в том числе горючие сланцы, бокситоносные породы и др.

Высокая радиоактивность горных пород района и процессы тектономагматической активизации предопределили формирование ряда месторождений и рудопроявлений урана осадочного, гидротермального и сложного генезиса: Кингисеппское месторождение, Рябиновое и Падминское в Прионежье и наиболее перспективное по содержанию урана (до 5-7 %) и рентабельности руд месторождение Карху.

Наличие урановых руд и высокорадиоактивных пород обусловило высокую радоноопасность отдельных территорий Ленинградской области и юга Карелии. На территории региона наиболее радоноопасными являются следующие территории:

• западная часть Ленинградской области вдоль полосы диктионемовых сланцев, в том числе южная часть Санкт-Петербурга;

• Выборгский и Приозерский районы и юг Карелии, где развиты высоко радиоактивные граниты и урановые проявления;

• Бокситогорский район.

Радиационная обстановка в регионе, наряду с радоноопасностью. осложняется наличием техногенных радионуклидов (Sr, Cs), выпавших после Чернобыльской аварии в западной части Ленинградской области.

В целом, естественные радионуклиды (в первую очередь, радон) вносят наиболее существенный вклад (до 50 % и более) в дозу радиации, получаемой человеком в течение его жизни.

Таким образом, экологические природные условия территории России крайне неоднородны за счет проявлений разнообразных (в том числе опасных) природных геодинамических процессов и вещественных неоднородностей земной коры.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Горшков С.П.* Концептуальные основы геоэкологии / Смоленский гуманитарный ун-т. Смоленск, 1998.

2. *Келлер А.А.* Медицинская экология / А.А.Келлер, В.И.Кувакин / СПб, 1998.

3. Геологический атлас России. СПб–М., 1996.