

УДК 55:574.001(47—57)

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Член-корреспондент АН Армении А. И. Карапетян

**Сейсмоэкология—новое научно-прикладное
направление геоэкологии**

(Представлено 18/V 1990)

Геоэкология как междисциплинарная область знаний, возникшая на стыке геологии и экологии и изучающая закономерные связи геологической среды с гидросферой, атмосферой, биосферой и деятельностью человека, требует для своего развития системного подхода. Считается, что будучи комплексной научной дисциплиной геоэкология включает экогеохимию, гидроэкологию, инженерную геоэкологию, экогеофизику, экогеодинамику и экогеоморфологию (¹). При этом совершенно не упоминается об экологических изменениях природной среды в результате землетрясений. Между тем, как показали исследования зоны Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 г., сильные землетрясения с магнитудой 5 и больше выступают в роли активного геоэкологического фактора. Под непосредственным влиянием геологических преобразований, связанных с реализацией Спитакского землетрясения, последовавших за ним и предшествовавших ему процессов, происходили изменения экологических условий. Интенсивность, характер и скорость этих изменений, в зависимости от стадии проявления землетрясения, были существенно разными. Автором этих строк предлагается называть эти процессы сейсмоэкологическими изменениями и выделить три основные стадии их проявления, связанные с тремя разными, но взаимосвязанными и взаимообусловленными процессами созревания и реализации землетрясения.

Первая стадия сейсмоэкологических изменений среды связана с начальной стадией сейсмического цикла—активизацией района землетрясения, для которой характерны высокий уровень и возрастающий характер тектонических напряжений. С приближением времени возникновения основного толчка и к очагу землетрясения сейсмоэкологические изменения усилились. Они выражались в изменении условий напряжений электромагнитного поля, теплового притока, эманиционной активности. Анализ данных наблюдений, проведенных в районе будущего Спитакского землетрясения, показывает, что задолго до основного толчка (землетрясения 7 декабря 1988 г.) в разных частях эпицентральной зоны и прилегающих территорий произошли существенные изменения уровня грунтовых вод. В результате связанных с этим колебаний влажности почвы изменились ее теплофизические характеристики, скорость тепло- и влагообмена. Тепловые положительные аномалии в подпочвенном слое (порядка 3—4°C) выяв-

лены также путем обработки данных многолетних метеорологических наблюдений. Учитывая факт повсеместного повышения температуры при различном характере колебаний уровня грунтовых вод, можно сделать заключение о эндогенном происхождении тепла, рассматривая его как результат усиления теплового потока в земную кору из верхней мантии или астеносферы. По всей вероятности, этот процесс сопровождался привнесением в земную кору и мантийного вещества в виде базальтоидной магмы, различных флюидных, газово-флюидных и газовых систем, включающих гелий, радон, водород, метан и другие элементы. Радиоактивные эманации привели к значительным экологическим изменениям в эпицентральной зоне, а оптически активные газы (CO , CO_2 , CH_4), накапливаясь в приземной атмосфере, вызвали локальный парниковый эффект в пределах эпицентральной зоны будущего землетрясения, что в свою очередь способствовало еще большему возрастанию температуры, увеличению температурной аномалии в почвах. Все эти процессы постепенно и неуклонно меняли экологическую обстановку зоны землетрясения. Для преобладающего большинства людей эти изменения не чувствительны и лишь определенная категория из числа беременных женщин, больных сердечной недостаточностью, людей с обостренным чувством к изменениям физического поля земли или химического состава атмосферы чувствуют эти изменения. Среди живых организмов более чувствительны к этим изменениям (или к определенным их проявлениям) некоторые рыбы, змеи, собаки, кошки, крысы и др. Восприятие этих изменений и ответные реакции на них уже многие годы являются объектом исследований, но, к сожалению, не систематических и не целенаправленных. Изучение начала этой стадии сейсмоэкологических изменений—ответных реакций на них со стороны живых организмов и растений, по нашему глубокому убеждению, является одной из наиболее актуальных и важных задач экологических исследований, вообще, и геоэкологических исследований, в частности. Они имеют исключительно важное значение не только для разработки рекомендаций по обеспечению безопасности и здоровья людей, проживающих в районах высокой сейсмической опасности, но и для разработки теории и практики использования сейсмоэкологии для сейсмопрогностических целей.

Вторая стадия сейсмоэкологических изменений окружающей среды связана с главной стадией сейсмического цикла—стадией разрядки. Достижение предела тектонические напряжения в зоне Спитакского землетрясения привели к главным сейсмическим событиям и последующим толчкам (афтершокам). Мы считаем, что здесь необходимо выделить две группы сейсмоэкологических факторов, изменивших окружающую среду. Первую группу факторов составляют геологические процессы, которые являются первичными проявлениями разрядки тектонических напряжений—вспарывание разломов, возникновение новых ответвлений, сегментов разломов или нарушений сплошности, гравитационные и вибрационные дислокации (оползни, обвалы, камнепады). В результате вспарывания одного из швов Памбак-Севакского разлома образовался взбросо-сдвиг общей про-

тяженностью 36 км с максимальной вертикальной амплитудой 2,1 м, горизонтальным смещением до 1,6 м. С зоной самого разлома связана высокая эманационная активность, представленная интенсивным притоком радона и других газов. На своем пути этот разлом пересекает реку Чичхан, железнодорожную линию, шоссе, дорожку, линии электропередач, газопровода, водопровода, канализации. Всюду на месте этих пересечений, а также на месте оползней и обвалов произошли значительные изменения окружающей среды. Эти изменения существенно отразились на растительном мире — цикл развития одних растений ускорился, других сократился, появились растения, совершенно не характерные для территорий эпицентральной зоны землетрясения и вызванные к жизни экстремальными условиями (например, зеленые водоросли).

Вторую группу факторов, обуславливающих сейсмоэкологические изменения основной стадии сейсмического цикла, генерированные первичными геологическими событиями, составляют сейсмические волны, возникшие в гипоцентрах основного толчка (землетрясения) и сильных афтершоков. Сейсмические волны по существу являются вторичными сейсмоэкологическими факторами по отношению к самим процессам разрядки (т. е. основным геологическим преобразованиям) тектоническим напряжениям и образуются в результате вспарывания трещин или возникновения новых нарушений. В близповерхностных частях земной коры сейсмические волны сыграли роль мощного сейсмоэкологического фактора. Особенно сильная сейсмоэкологическая роль сейсмических волн Спитакского землетрясения во многом обусловлена многофазным характером вызвавшего их основного сейсмического толчка. На больших (телесеизмических) расстояниях при помощи сейсмических станций ряда стран американским и советским сейсмологам (Дж. Фильсон, Т. Г. Раутиан, В. И. Халтурин и др.) удалось идентифицировать не менее трех субочагов, образовавшихся последовательно в течение 15 с. Первый из них возник около города Спитака (в 7 км к северу), второй — через 4 с после первого удара на расстоянии 15 км к юго-востоку от него, а третий еще через 10 с в 30 км к западу от первого. Таким образом, сейсмические волны основного толчка генерировались из гипоцентра, который имел размеры 10×15×30 км. Местами эти волны суммировались, вызывая сильные разрушения. Большая разрушительная сила Спитакского землетрясения была обусловлена также и тем, что вертикальная составляющая колебаний основного толчка резко превалировала над горизонтальной. Большая разрушительная сила землетрясения, наконец, обусловлена также повторностью сейсмического процесса. Землетрясение произошло с двумя следующими один за другим толчками. Через 4 мин 20 с после первого основного многофазного толчка, интенсивностью 9—10 баллов, последовал второй сильный толчок интенсивностью 8—9 баллов. Вышедшие из равновесного состояния здания и сооружения не успели прийти в стабильное состояние, как последовал удар, что пагубно повлияло на них.

Местами, где озерные отложения были насыщены водой, разрушительная сила сейсмических волн резко возросла. Согласно данным

передвижных сейсмических станций, установленных учеными США, в районе Ширакской котловины произошло усиление сейсмического эффекта от 6 до 10 раз.

Под воздействием сейсмических волн произошло массовое разрушение зданий и сооружений, вышли из строя водопровод и канализация, вся оросительная сеть. В результате разрушения зданий образовалось огромное количество мусора, грязи, пыли. Загрязнение путей циркуляции подземных вод сделало невозможным использование питьевой и поливной вод. Многочисленные жертвы, раненые, инвалиды, больные, с одной стороны, и выход из строя больниц, поликлиник, пунктов оказания первой медицинской помощи, с другой, привели к резкому ухудшению медико-биологических условий. Потери многочисленных родных и близких, отсутствие крова и всего того, что было приобретено многолетним трудом, холод, психические травмы и стрессовые нагрузки, проявление «сейсмофобии» среди населения региона привели к резкому ухудшению социально-экономических условий и морально-психической атмосферы.

Третья стадия сейсмоэкологических изменений соответствует началу третьей стадии сейсмического цикла—началу сейсмического затишья, когда большой объем восстановительных работ, осуществляемый в короткие сроки в пределах подвергнутых разрушительному воздействию землетрясения территорий, неизбежно приводит к существенным изменениям геологической среды.

Таким образом, можно считать, что сейсмоэкология в качестве предмета своих исследований рассматривает процессы воздействия на биосферу, связанные с назреванием и реализацией землетрясений и хозяйственной деятельностью человека, направленной на ликвидацию последствий землетрясений, которые в свою очередь приводят к резким (отрицательным), порой необратимым изменениям геологической среды, также вызывающим различные изменения экологических условий.

Институт геологических наук
Академии наук Армении

Հայաստանի ԳԱ րդրակից անդամ Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

Սեյսմաէկոլոգիան որպես երկրաէկոլոգիայի նոր
գիտա-կիրառական ուղղություն

Սպիտակի 7.12.88 թ. ավերիչ երկրաշարժի օրինակով ցույց է տրվել, որ ուժեղ երկրաշարժերը 5 և ավել մագնիտուդայով հանդիսանում են կարևորագույն երկրաէկոլոգիական գործոն: Հողվածի հեղինակի կողմից առաջարկվում է շրջակա միջավայրի փոփոխությունները կապված երկրաշարժի հետ անվանել սեյսմաէկոլոգիական փոփոխություններ և անջատել այդ պրոցեսի հանդես գալու երեք հիմնական փուլեր, կապված երկրաշարժերի հասունացման և իրականացման երեք տարրեր, բայց փոխադարձ կապված և միմյանցով սլայմանավորված պրոցեսների հետ:

Առաջին փուլը կապված է սեյսմիկ ցիկլի սկզբնական փուլի ավարտի՝

երկրաշարժի շրջանի սեյսմիկ ակտիվացման հետ, որի համար բնորոշ են տեկտոնական լարումների բարձր մակարդակ և աճող բնույթ, ջերմաստիճանի բարձրացում, ռադոնի, հելիումի, ֆտորի, ջրածնի, մեթանի արտահոսքի զգալի մեծացում, որոնք երկրաշարժի էպիկենտրոնական գոտում առաջացրին էական փոփոխություններ, ազդեցին կենդանական և բուսական աշխարհի վրա, հանելով նրանց բնականոն գոյավիճակից:

Երկրորդ փուլը համընկնում է սեյսմիկ ցիկլի գլխավոր փուլի՝ տեկտոնական լարումների պարպման հետ: Տարբերվում են երկու խումբ գործոններ, որոնք առաջ բերեցին շրջակա միջավայրի պայմանների խիստ փոփոխություններ: Առաջին խումբը կազմում են տեկտոնական լարումների պարպման առաջնային արտահայտությունները՝ խզման զոնաների վերաառաջացումները, նոր ճյուղավորությունների, սեզմենտների, գրավիտացիոն և տատանողական տեղաշարժերի առաջացումը, որոնք առաջացրին ռիլեֆի խիստ փոփոխություններ, ազդեցին ստորգետնյա ջրերի հոսքի ուղղությունների և աղբյուրների ելքերի վրա: Զրատարների հետ հատման կետերում առաջացան վթարներ: Սեյսմաէկոլոգիական պրոցեսների երկրորդ փուլի երկրորդ խումբ գործոնները երկրի խորքում առաջացող առաջնային երկրաբանական պրոցեսների հետ առնչված սեյսմիկ պրոցեսներն են, կապված հիմնական հարվածի և աֆտերշոկերի հետ: Ի վերջո, Սպիտակի երկրաշարժի էկոլոգիական հետևանքների մեծ մասշտաբները պայմանավորված են սեյսմիկ սյրոցեսի բազմաֆազ, տեղանքի հիդրոերկրաբանական սնրարենպաստ պայմաններով: Կրունտային ջրերի մակարդակի բարձրացումը, ջրատարի և կոյուղուցանցի վթարը հանգեցրին ամբողջ ստորգետնյա ջրավազանի աղտոտմանը: Շենքերի զանգվածային քանդակում պատճառով առաջացած հսկայական քանակությամբ կենցաղային և շինարարական աղբը ամբողջությամբ փոխեցին շրջակա միջավայրի պայմանները:

Սեյսմաէկոլոգիական պրոցեսների երրորդ փուլը համապատասխանում է սեյսմիկ անդորրի սկզբին: Բազմապլան, լայն ճակատով և մեծ ծավալով կատարվող վերականգնման աշխատանքը հանգեցնում է երկրաբանական միջավայրի էական փոփոխությունների, վատացնում էկոլոգիական պայմանները: Այդ տեխնածին կամ մաթյածին ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա դասվում է սեյսմաէկոլոգիական պրոցեսներին, քանի որ պայմանավորված է երկրաշարժով:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

1 К. И. Сычев, Разведка и охрана недр, № 3, с. 3—10, 1990.