

Природные опасности и стратегические риски в мире и в России

В.И. Осипов

академик РАН, председатель Научного совета Российской академии наук по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, директор Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН

Удивительно точно подметил в свое время В.И. Вернадский: «Земная поверхностная оболочка не может рассматриваться как область только вещества, это и область энергии». Действительно, на поверхности Земли и в прилегающих к ней слоях атмосферы и литосферы одновременно протекает много сложных физических, физико-химических и биохимических процессов, сопровождающихся обменом и взаимной трансформацией разных видов энергии. Эти процессы лежат в основе эволюции Земли и ее биосферы, служат причинами постоянных преобразований облика нашей планеты и, в частности, влияют на развитие таких опасных явлений, как землетрясения, извержения вулканов, цунами, оползни, сели, наводнения, ураганы и т. п.



Природные катастрофы — источник потрясений

Научно-технический и социально-экономический прогресс радикально изменил мир. Вместе с тем он сопровождается появлением новых угроз для цивилизации. В последние годы одной из таких угроз стали опасные природные процессы и явления. Их спектр весьма широк: от разрушительных землетрясений до глобального изменения климата и опасности столкновений Земли с космическими телами (рис. 1). В России отмечено свыше 30 видов опасных природных явлений. Большинство из них крайне сложны и вызваны многими факторами, поэтому их прогнозирование не всегда дает надежные результаты.

Хорошо известно, что природно-техногенные катастрофы в современном мире вызывают глубокие социальные потрясения, гибель и страдания людей, огромные материальные потери. В общей проблеме безопасности общества они все чаще рассматриваются как один из важнейших дестабилизирующих факторов, препятствующих устойчивому развитию. Не случайно Совет Безопасности РФ в ноябре 2003 г. отнес эти опасности к числу стратегических рисков для страны.

Демографические и социально-экономические изменения в мире ведут к тому, что зоны развития опасных природных процессов и явлений все чаще перекрываются с зонами хозяйственного освоения и компактного проживания людей. А это, в свою очередь, как нетрудно догадаться, способствует росту числа природных катастроф и ущерба от них (рис. 2, 3). Так, в начале XX века в мире регистрировалось в среднем 10 крупных природно-техногенных катастроф за год, в середине — 65, а в конце — почти 200, иными словами, число природных разрушительных явлений менее чем за 100 лет возросло в 20 раз (рис. 4, 5, 6). В XX веке от стихийных бедствий погибли более 8 млн человек, причем половина из них стали жертвами наводнений, 22% — засух, 18% — землетрясений и извержений вулканов, 7% — ураганов.

Еще более быстрыми темпами растут материальные потери, связанные с опасными природными явлениями. В последние 40 лет экономические потери в мире удваивались примерно каждые 7 лет (рис. 7, 8). Экономический ущерб от опасных природных процессов всего шести видов составляет сейчас в среднем 150 млрд долл. в год, а к 2050 г., по оценкам, достигнет 300 млрд долл. (это половина годового прироста глобального валового продукта).

Потери от наиболее крупных событий поистине огромны. Так, при землетрясении в японском городе Кобе (февраль 1995 г.) погибли 5,5 тыс. человек, пострадали 1,8 млн человек, а экономический ущерб составил 131,5 млрд долл. В декабре 2004 г. катастро-

фическое цунами, обрушившееся на северо-восточное побережье Индийского океана, принесло гибель более 200 тыс. человек и экономический ущерб свыше 10 млрд долл. Ущерб Северной Америки от трех крупных ураганов («Катрина», «Рита» и «Вильма»), разразившихся в Атлантике осенью 2005 г., достиг 156 млрд долл. Наводнения 1991–1995 гг. в Европе причинили ущерб в 100 млрд евро. В июне 2008 г. крупнейшее землетрясение в Китае вызвало гибель почти 70 тыс. человек, 2,4 млн человек пострадали, повреждено более 2,5 млн зданий и сооружений, а экономический ущерб, по разным оценкам, составил 150–200 млрд долл.

Известны даже случаи, когда экономические потери от природных катастроф превышали ВВП отдельных стран. Так, например, только прямой ущерб от землетрясения в Манагуа (1972 г.) в два с лишним раза превысил ВВП Никарагуа.

В России масштаб катастроф и ущерб от них также весьма значительны: землетрясение на Сахалине (май 1995 г.) полностью разрушило город Нефтегорск, погибло более 2000 человек, ущерб превысил 200 млн долл.; наводнение на Лене (май 2001 г.) вызвало ущерб более 200 млн долл. И этот печальный перечень можно было бы продолжать долго. Прямой ущерб от природно-техногенных катастроф составляет сейчас в нашей стране более 1 трлн руб. (30–40 млрд долл.) в год, а с учетом косвенных ущербов потери достигают 3% ВВП. Среднегодовое количество потерь от наводнений в России составляют 1,4 млрд долл., от лесных пожаров — 470 млн долл. в год. Подъем уровня Каспия и затопление его берегов в 1978–1995 гг. сопровождалось ущербом в 6 млрд долл.

Несмотря на научно-технический прогресс и принимаемые меры по обеспечению безопасности, защищенность людей и техносферы от природных угроз постоянно снижается. При этом она оказывается тесно связанной с уровнем социально-экономического развития страны. По классификации Всемирного банка, все страны по значению удельного ВВП (на душу населения) делят на три группы: страны с низким доходом (удельный ВВП менее 635 долл.), средним доходом (от 635 до 8000) и высоким доходом (свыше 8000 долл.). В конце XX века в странах, относящихся к этим группам, проживали 3,1 млрд, 1,4 млрд и 0,8 млрд человек, а их «групповой» ВВП составлял примерно 1 трлн, 3,5 трлн и 17 трлн долл. соответственно.

Неудивительно, что наибольший социальный риск (гибель и увечье людей) характерен для стран с низким доходом и уровнем развития. На страны первой группы, где проживало 58% населения Земли, приходилось 88% погибших и 92% пострадавших от природных катастроф в мире за 1965–1992 гг. Об-

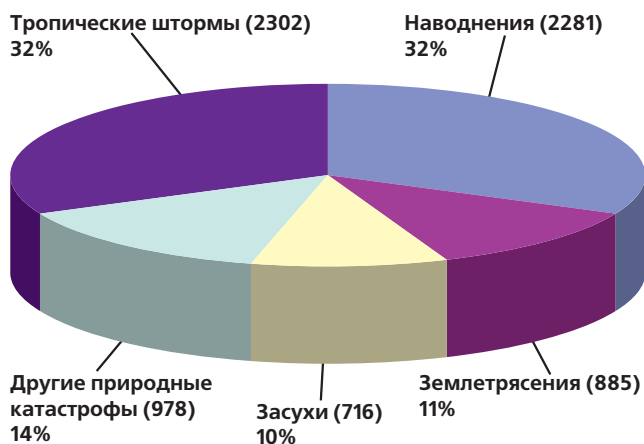


Рис. 1. Наиболее распространенные природные катастрофы в мире (1965–2001)

щее число погибших и пострадавших в странах с низким доходом в 5,8 раз больше, чем в странах со средним доходом, и в 45,2 раза больше, чем в странах с высоким доходом (рис. 9).

А вот экономические потери оказываются, как правило, гораздо больше в развитых странах из-за сверхвысокой концентрации богатств в них. Относительные же потери (отношение прямых потерь к ВВП) выше у стран с низким доходом (у стран со средним доходом они ниже вдвое, а у стран с высоким доходом — в 5,5 раза). Так что экономический ущерб от природных катастроф, как и социальный ущерб, наиболее ощутим в бедных странах.

Уже сейчас на ликвидацию последствий природно-техногенных катастроф во многих странах расходуют огромные средства: в США — 50 млрд долл. в год,

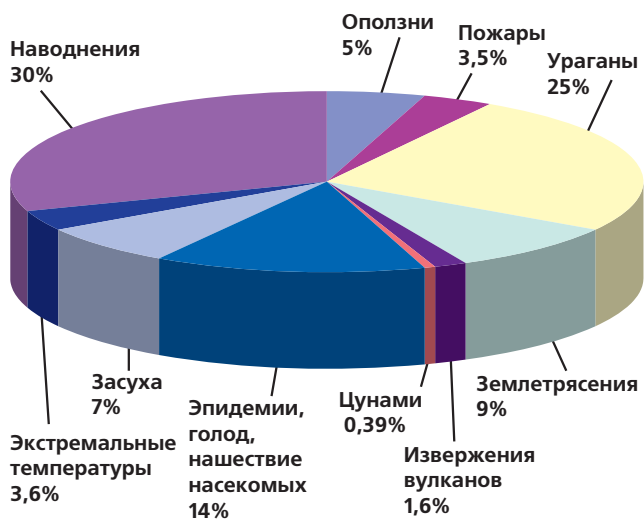


Рис. 2. Глобальное распространение катастроф, вызванных природными опасностями (1980–2005)

в Японии — 25 млрд (свыше 5% годового бюджета и почти 1% ВВП), в Китае — почти 20 млрд (около 4% ВВП).

Причины роста масштабов природных катастроф

Увеличение числа природных катастроф в мире и ущерба от них связано со многими факторами. К ним относится рост численности населения и промышленного производства, продолжающаяся урбанизация, деградация природной среды, глобальное потепление и т. д.

Рост населения планеты и глобальной экономики.

С древнейших времен и до XVIII столетия численность населения на Земле менялась незначительно, то возрастая, то снижаясь из-за войн, эпидемий и голода. В начале XIX века она оставалась чуть меньше 1 млрд. Однако с 1830 г., когда во многих странах началось бурное промышленное развитие, ситуация резко изменилась: уже спустя 100 лет численность населения удвоилась, а еще через 30 лет — утроилась. В 1975 г. она превысила 4 млрд, а в 1987 г. — 5 млрд человек. 12 октября 1999 г. родился 6-миллиардный житель планеты. В среднем численность населения Земли в настоящее время растет ежегодно на 86 млн человек (это население Германии). Более 80% (4,8 млрд человек) живут в развивающихся странах, на долю которых и приходится почти весь прирост населения. По последнему прогнозу ООН, к 2050 г. на Земле будут жить 8,9 млрд человек.

Еще быстрее увеличивается городское население планеты. Если в 1830 г. в городах проживало около 3% населения, а в 1960 г. — немногим более 30%, то к 2020 г., по прогнозам, там будут жить почти 60%. Общая численность населения на Земле с 1970 г. росла в среднем на 1,7% в год, а население городов — на 4%.

Стремительный рост населения планеты вынуждает осваивать малопригодные для проживания и ведения хозяйства площади, а часто и просто опасные участки: склоны гор и холмов, поймы рек, заболоченные и прибрежные территории. Ситуация часто усугубляется тем, что в развивающихся странах при освоении таких земель, как правило, не ведется должной инженерной подготовки, не создается необходимая инфраструктура, используются конструктивно несовершенные проекты зданий и сооружений. Немудрено, что социальный риск (гибель людей) оказывается выше всего именно там, где быстрый рост городов происходит без соответствующих инвестиций в инженерную подготовку территорий и повышение надежности городских объектов.

Не менее важной причиной увеличения масштабов ущерба от природных бедствий оказывается и стремительный рост мировой экономики (в XX ве-

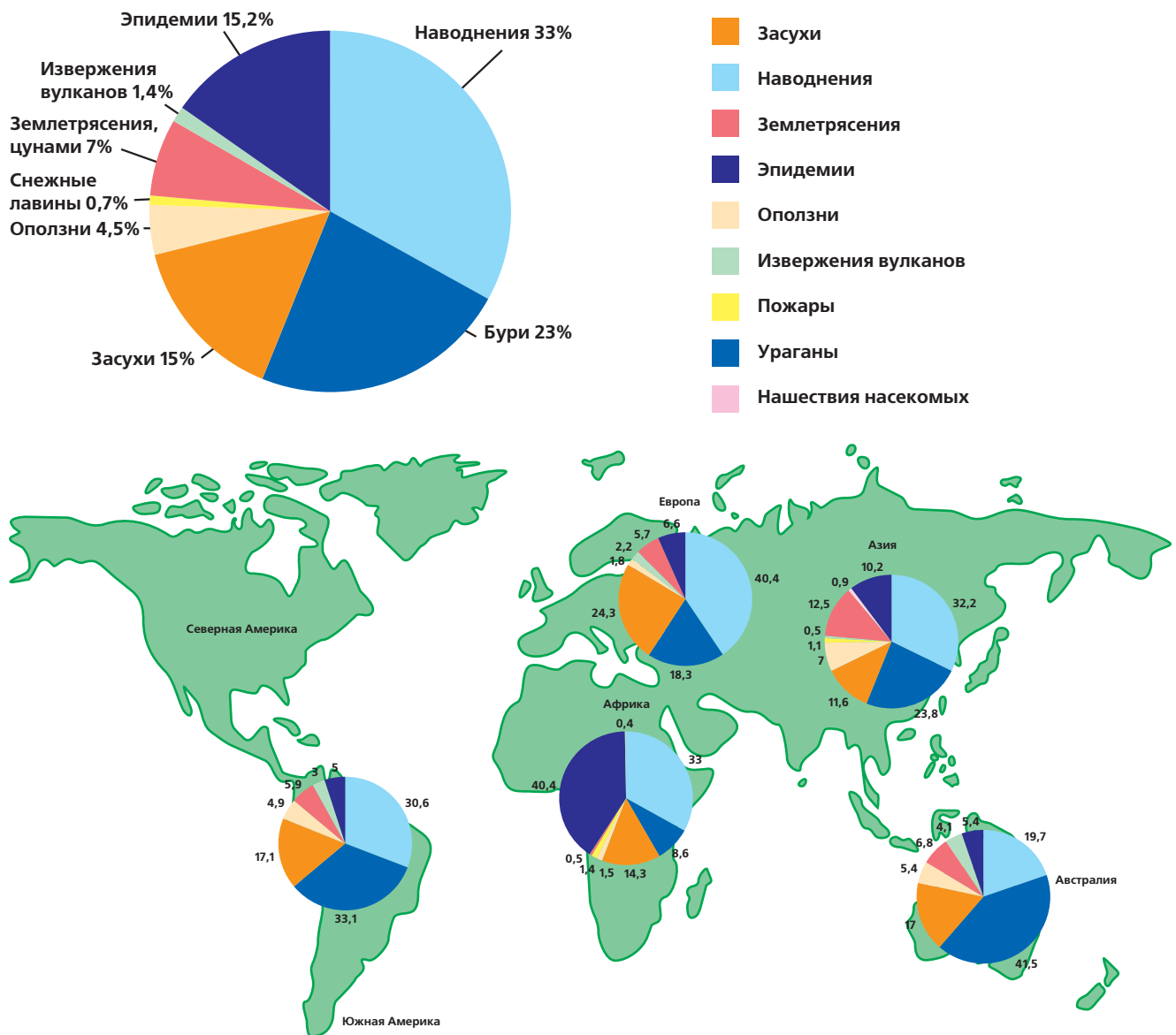


Рис. 3. Мировое и региональное распределение природных катастроф по вызывающим их природным опасностям (1994–2003)

ке — в 20 раз). Промышленно-технологическая революция привела к глобальному вмешательству человека в наиболее консервативную часть окружающей среды — литосферу. Геологическая деятельность человека стала сопоставимой с природными геологическими процессами. Это дало основание В.И. Вернадскому еще в 1925 г. заявить, что человек создает «новую геологическую силу». Действительно, ныне при строительстве и добыче полезных ископаемых за год перемещается более 100 млрд т горных пород — в 4 раза больше, чем переносят все реки мира.

Воздействие человека на литосферу ведет к серьезным изменениям в природной среде, способствует развитию ряда опасных процессов, порождает новые (природно-техногенные) процессы и явля-

ния, среди которых особую опасность представляют наведенная сейсмичность, опускание территорий, подтопление, карстово-суффозионные провалы, техногенные геофизические поля.

Деградация природной среды приобрела в настоящее время глобальные масштабы. Несмотря на все принятые меры, экологическая обстановка на Земле ухудшается. Налицо противоположные тенденции, влияющие на судьбу цивилизации: глобальный ВВП растет, а глобальное богатство (прежде всего жизнеобеспечивающие ресурсы и процессы, такие как климат, океан, озоновый слой, рост биомассы, почвообразование, круговорот воды) падает. Промышленное развитие, призванное служить экономическому прогрессу, вошло в противоречие с состояни-

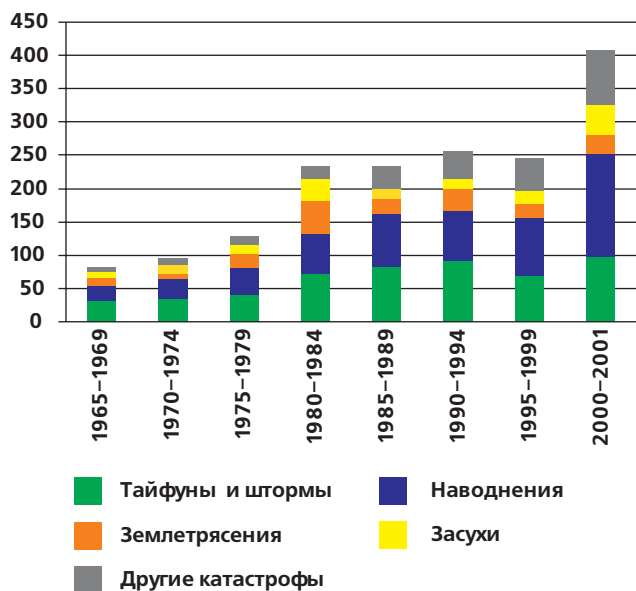


Рис. 4. Рост среднегодового количества природных катастроф в мире (по 5-летним периодам)

ем природной среды, поскольку перестало учитывать реальные пределы устойчивости биосферы. Как отмечено в документах Всемирной конференции по окружающей среде в Рио-де-Жанейро (1992 г.), деградация природной среды способствует активизации опасных природных процессов, особенно опасных гидрометеорологических явлений (рис. 10).

Одна из основных причин роста числа и масштабов наводнений — вырубка лесов, осушение болот, уплотнение почвенного покрова. Все это ведет к нарушению поверхностного стока воды, ее быстрому стеканию и накоплению в руслах рек во время экстремальных осадков или таяния снега. Площадь тропических лесов ежегодно сокращается на 1%. По последним данным, взрослые леса с сомкнутой кроной составляют 21,4% площади суши Земли. В Европе

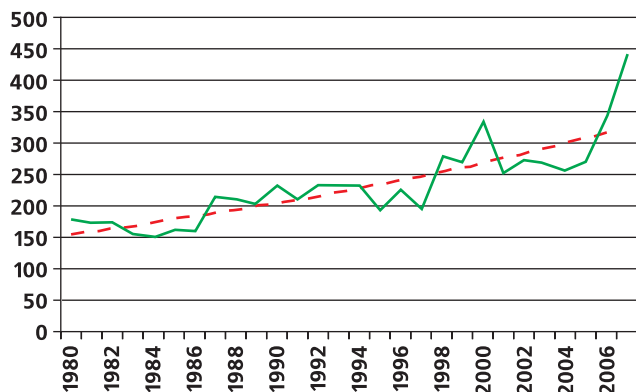


Рис. 5. Общее число штормовых явлений с 1980 по 2007 г. (тропические ливни, снежные бураны, торнадо, град). Число событий — линия тренда

в XX веке исчезли половина лесов и 70% болот — важнейших регуляторов поверхностного стока.

Яркий пример — река Янцзы в Китае. Во второй половине XX века по ее берегам свели 85% лесов. Это незамедлительно сказалось на паводковом режиме. В 1998–1999 гг. здесь произошли сразу два сильнейших за последние 100 лет наводнения, от которых погибли свыше 550 тыс. человек, пострадали около 350 млн человек, было разрушено более 500 тыс. домов, затоплено и повреждено 25,2 млн га, а общий ущерб составил 37 млрд долл. Китайское правительство срочно выделило 3 млрд долл. на лесопосадки в этом регионе.

Изменение климата. Стремительный научно-технический прогресс и глобальный техногенез совпали с изменениями климата. Уже 150 лет (со времени первых инструментальных наблюдений за погодой) средняя температура на Земле растет — по данным Всемирной метеорологической организации, с 1860 по 1998 г. она повысилась на 0,8 °С. При этом рост шел неравномерно. В 1860–1935 гг. температура плавно поднялась на 0,4 °С. В 1937–1978 гг. рост сменился колебаниями среднегодовых температур у этого значения. С 1978 г. до настоящего времени наблюдается быстрый подъем — прирост составил еще 0,4 °С, но уже не за 80 лет, а за 20. На региональном уровне изменения гораздо сильнее. Так, в северных районах России за последние 30 лет потеплело на 1–1,5 °С. Особенно изменились зимние температуры.

О причинах глобального потепления ученые продолжают спорить, но сам факт уже мало кто ставит под сомнение. Между тем рост температуры воздуха способствует развитию таких потенциально опасных процессов, как опустынивание, заболачивание, подтопление, затопление, абразия (разрушение берегов), сход ледников, лавин, оползней, селей, отступление вечной мерзлоты, изменение хода геокриологических процессов, экстремальные температурные режимы (волны тепла и холода) и т. д.

Современное потепление происходит в 10 раз быстрее, чем в голоцене (20–10 тыс. лет назад). Оно сопровождается более частыми проявлениями тепловых волн, обильных осадков, а также распространением засух. С повышением температуры над океанами все чаще зарождаются тропические циклоны (тайфуны и ураганы), максимальные значения скорости ветра в которых тоже растут. Средняя высота ветровых волн в Северной Атлантике и северной части Тихого океана в 1950–2002 гг. возрастала на 8–14 см за десятилетие. На большей части России потепление сопровождается увеличением количества осадков (за 30 лет — на 25 мм) и более частым выпадением экстремальных осадков. В таких регионах, как Западная Сибирь, это увеличит заболочен-

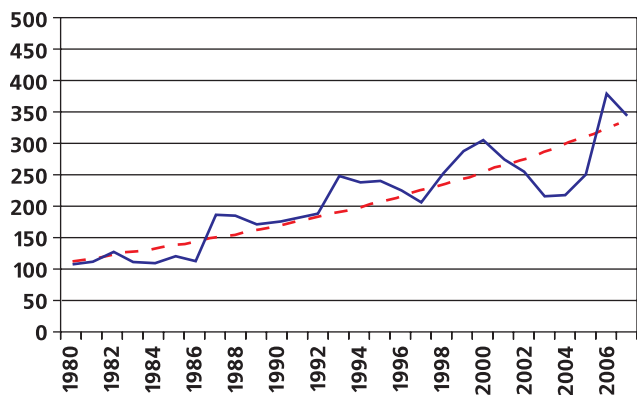


Рис. 6. Общее число катастрофических наводнений с 1980 по 2007 г. Число событий — линия тренда

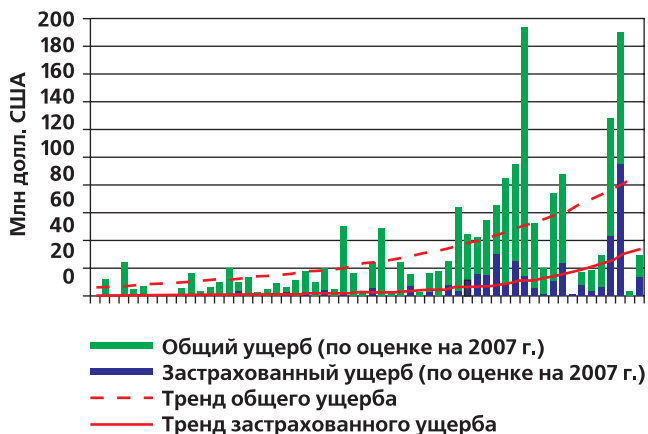


Рис. 7. Ущерб от крупных природных катастроф с 1950 по 2007 г.

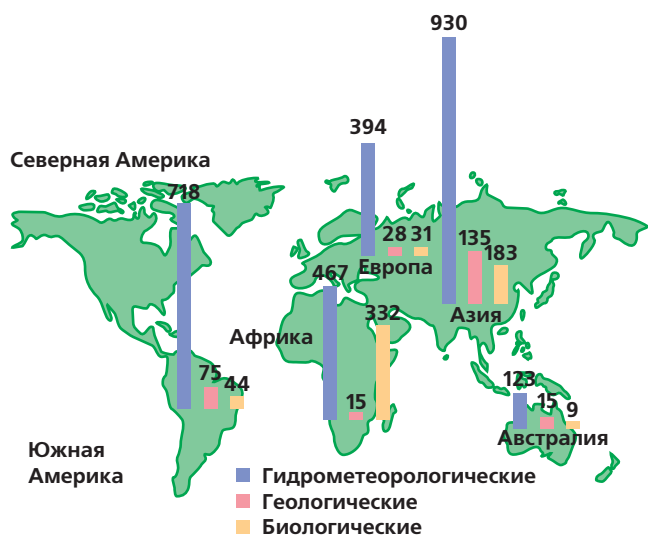


Рис. 8. Глобальное распределение по континентам Земли природно-техногенных катастроф, произошедших в 1994–2003 гг.

ность, подтопления, вызовет развитие эрозионных и других процессов, усложняющих хозяйственную деятельность.

В ряде регионов мира (особенно в Западной Европе) глобальное потепление спровоцировало ряд мощных тепловых волн, приведших к аномально высоким температурам. Так, в ряде стран Западной Европы в августе 2003 г. температура не один день держалась у отметки +40 °С, что вызвало гибель более 70 тыс. человек. В России главным его проявлением стал рост числа лесных пожаров и площади пострадавших лесов (рис. 11).

Одна из наибольших опасностей, связанная с глобальным потеплением, — подъем уровня Мирового океана из-за таяния льдов. По данным спутниковых наблюдений, начатых в 1978 г., среднегодовая площадь льда в Антарктике каждые 10 лет сокращается на 2,7%, а в летний сезон — даже на 7,4%. Одновременно уменьшается и его толщина. В XX веке уровень Мирового океана повысился на 17 см, а в XXI веке, по оценкам, скорость подъема увеличится в 5–10 раз (к 2030 г. уровень может подняться на 60 см).

Подъем уровня океана может привести к затоплению и подтоплению низменных прибрежных территорий, повышению частоты наводнений и площади затопляемых территорий, ускорению абразии и эрозии, усилению волновых нагонов и т. д. Все это потребует огромных финансовых затрат для обеспечения безопасности. Так, например, при подъеме Мирового океана на 0,5 м Нидерландам для защиты от затопления понадобится 3,5 трлн долл., а на Мальдивских островах защита 1 м побережья обойдется в 13 тыс. долл.

Другим опаснейшим «побочным» эффектом потепления станет таяние вечной мерзлоты, которое будет иметь особо тревожные последствия для нашей страны, значительная часть территории которой относится к криолитозоне — зоне вечной мерзлоты (рис. 12). Как следует из данных мониторинга, повышение температуры воздуха сопровождается быстрым таянием многолетнемерзлых пород. За 100 лет площадь вечной мерзлоты в Северном полушарии сократилась на 7%, а глубина промерзания — на 35 см. Температура воздуха за последние 30–35 лет на севере Европейской части России повысилась на 0,6–0,8 °С, в Якутии до 1,4 °С, а в отдельных районах на севере Западной Сибири даже на 1,6 °С. По оценкам ученых, в Западной Сибири температуры многолетнемерзлых пород на глубине 10 м к 2020 г. вырастут на 1 °С, а к 2050 г. — на 1,5–2°. Граница сплошной мерзлоты к 2020 г. сместится к северу на 50–80 км, а к 2050 г. — на 150–200 км.

Таяние мерзлых пород и опускание в связи с этим поверхности суши в сочетании с упомянутым подь-

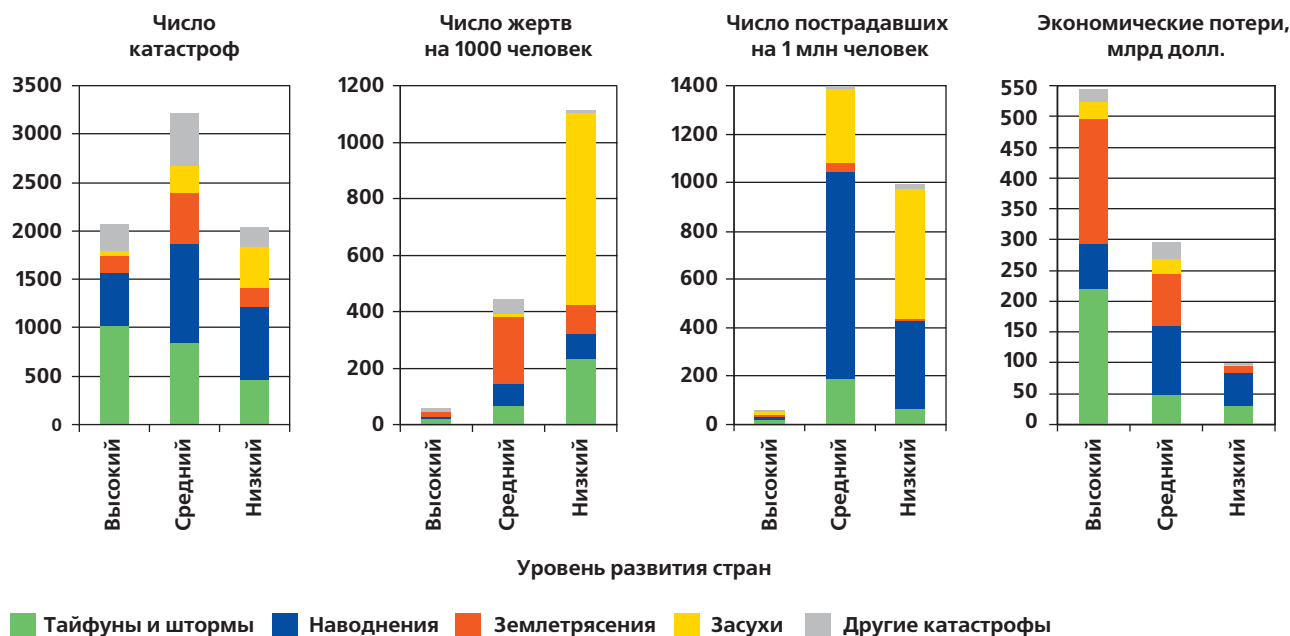


Рис. 9. Зависимость защищенности людей от социально-экономического развития стран (1965–2001)

емом уровня Мирового океана приведет к трансгрессии (наступлению) Северного Ледовитого океана. О масштабах можно судить по палеогеографическим реконструкциям трансгрессий в прошлые теплые эпохи. Так, по данным профессора А.А. Величко, во время микулинского межледниковья (110–70 тыс. лет назад) море проникало на сушу в бассейне Северной Двины и Вычегды на 600 км, а в бассейне Печоры — на 500 км.

Таяние вечной мерзлоты вызовет развитие таких опасных процессов, как термокарст (оседание почв в результате разрушения подземного льда), термоабразия (разрушение берегов), оползни, образование на-

ледей, что в свою очередь может привести к разрушению многих зданий и сооружений на интенсивно осваиваемых территориях нашего Севера.

Стратегия борьбы с природными катастрофами

Генеральная Ассамблея ООН в декабре 1989 г. приняла Резолюцию № 44/236, в которой период 1990–2000 гг. провозглашался Международным десятилетием по уменьшению опасности стихийных бедствий. Россия отреагировала на этот призыв созданием в 1991 г. государственной научно-технической программы «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф», в рамках которой начались комплексные исследования природных опасностей. Всемирная конференция по природным катастрофам, прошедшая в мае 1994 г. в Йокогаме (Япония), приняла декларацию, в которой говорилось, что борьба за уменьшение ущерба от природных катастроф должна стать важным элементом государственной стратегии всех стран в достижении устойчивого развития.

До недавнего времени усилия многих стран по уменьшению опасности стихийных бедствий были направлены на ликвидацию их последствий и оказание помощи пострадавшим. Но неуклонный рост числа катастрофических событий и ущерба от них делает эти усилия все менее эффективными и выдвигает новую задачу — предупреждение природных катастроф. Ее решение базируется на «глобальной

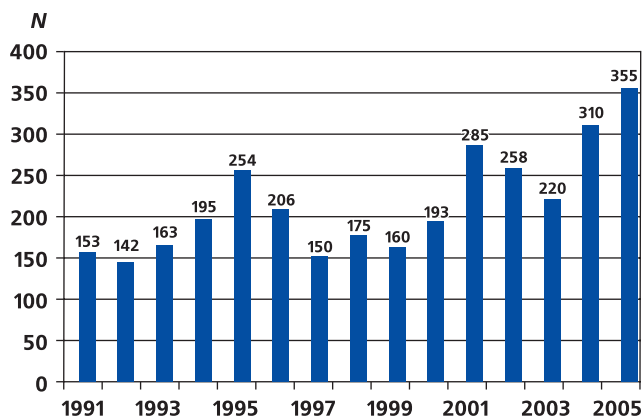


Рис. 10. Общее число N опасных гидрометеорологических явлений в 1991–2005 гг. в России

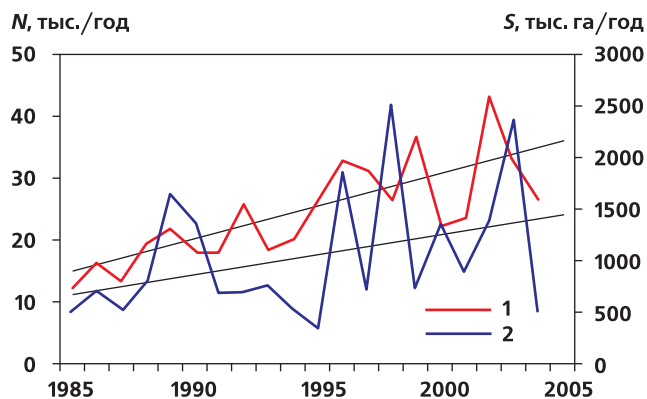


Рис. 11. Число лесных пожаров N (1) и лесная площадь S (2), пройденная пожарами, в 1985–2005 гг. Прямые линии — линейные тренды

культуре предупреждения», в свою очередь основанной на научном прогнозировании. «Лучше предупредить стихийное бедствие, чем устранять его последствия» — записано в итоговом документе Йогогамской конференции.

Нельзя считать, что мы беззащитны перед лицом стихийных бедствий. Наши знания и опыт позволяют надеяться на своевременное предупреждение грядущих катастроф и смягчение их последствий. Международный опыт показывает, что затраты на прогнозирование и подготовку к природным бедствиям в среднем в 15 раз меньше предотвращенного ущерба.

Прогнозирование исходит из наличия двух основных предпосылок развития опасных природных явлений: исторической (эволюционной) и антропогенной. Первая — результат эволюции Земли, непрерывного преобразования вещества в геосферах, выделения и поглощения энергии, деформаций земной коры и взаимодействия физических полей раз-

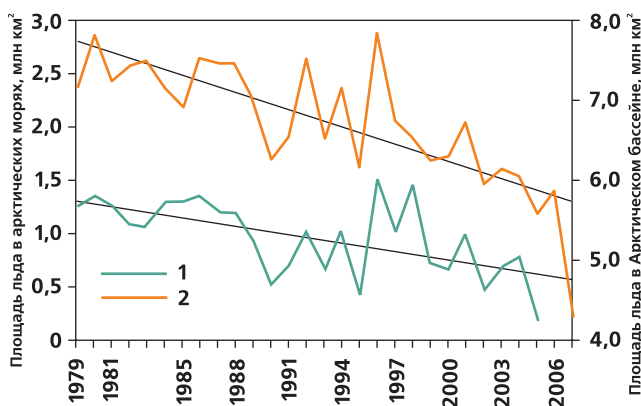


Рис. 12. Изменение площади льда в сентябре в Арктическом бассейне в целом (1) и в арктических морях: Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском (2) за 1979–2007 гг.

ной природы. Эти процессы лежат в основе геодинамики и во многом определяют развитие эндогенных, экзогенных, гидрологических и атмосферных явлений. А в последние десятилетия заметно возрос антропогенный пресс на окружающую среду, что также сопровождается активизацией опасных природных процессов. В обозримом будущем эта тенденция будет лишь усиливаться и должна учитываться во всех прогнозах. Иными словами, нужна принципиально новая теория прогнозирования, учитывающая влияние антропогенных факторов на ход естественных процессов.

Оценка природных рисков

Природные опасности вызывают катастрофы, воздействуя на социальную, материальную или природную среду. Ныне в разных странах ведется интенсивная разработка методики оценки природных рисков и составление карт риска, позволяющих количественно оценивать возможные человеческие жертвы и материальный ущерб при развитии одного (индивидуальный риск) или нескольких (комплексный) опасных процессов. Оценка риска позволяет также определить приоритеты в хозяйственном освоении территорий и осуществлять экономическое регулирование в сфере обеспечения безопасности.

Для оценки ожидаемых потерь наряду с возможными опасностями учитываются и такие факторы, как плотность и характер расселения людей, техногенной инфраструктуры, распределение экосистем и т. д. Важный элемент оценки риска — определение уязвимости отдельных территорий по отношению к тем или иным природным опасностям.

Информация анализируется применительно к конкретной местности с учетом специфики ее хозяйственного освоения, с применением геоинформационных систем, создаваемых по специальным алгоритмам, и трех типов картографических информационных слоев: опасностей, уязвимости и риска.

Различия источников природных опасностей, особенности реципиентов риска (подверженных риску объектов и групп населения) требуют составления карт природных рисков нескольких типов. По степени охвата источников риска карты могут быть дифференцированными или интегральными (комплексными). Первые характеризуют условия, поражающие параметры и возможный ущерб от какой-то одной природной опасности, вторые — суммарный эффект от нескольких из них на данной территории, как правило, за год.

Различают карты социального, экономического и экологического рисков. Карты социального риска характеризуют распределение вероятностей гибели, ранения, утраты здоровья для отдельного человека

(индивидуальный риск) или группы (например, жителей какого-то города), находящихся в зоне возможного поражения в течение года. Оценка экономического риска позволяет установить возможные потери для объектов техносферы в денежном выражении, а экологического — возможные потери для природы (биологических видов, популяций, сообществ живых организмов).

При изучении риска и принятии управленческих решений на разных уровнях власти необходимы карты и другие документы разной степени детальности и информативности: на федеральном уровне могут понадобиться карты обзорного и мелкого масштабов, на муниципальном уровне и на уровне отдельных объектов — средне- и крупномасштабные карты, поэтому карты природного риска бывают нескольких масштабных уровней: глобального, федерального, регионального, территориального и объектового. Пример — карта федерального уровня сейсмического индивидуального риска, составленная ВНИИ ГОЧС МЧС РФ, Центром исследований экстремальных ситуаций и Институтом геоэкологии РАН.

Управление природными рисками

Составление карт природных рисков и установление на законодательной основе допустимого риска позволяют управлять природными рисками и минимизировать последствия природных катастроф. Снизить такие риски можно, разрабатывая меры регулирования природных опасностей, а также уязвимость социальной и материальной сфер. К их числу относятся:

- управление природными опасностями;
- упорядочение хозяйственной деятельности и рациональное использование территорий;
- превентивные меры;
- создание системы предупреждения и экстренного реагирования;
- принятие своевременных управленческих решений;
- страхование от природных рисков.*

Управление природными опасностями сегодня основано на разных методах и ведется с использованием разных технических средств, допускающих непосредственное вмешательство в природный процесс (например, распыление в атмосфере специальных веществ, вызывающих дождь) и позволяющих смягчить его негативные последствия по сравнению с его естественным развитием.

Однако пока мы многими природными опасностями (землетрясения, извержения вулканов, изме-

нение климата) управлять не можем, а другими (наводнения, эрозия, оползни, сели) можем только теоретически, на практике это сопряжено с огромными трудностями. Сегодня наиболее «управляемыми» остаются природно-техногенные опасности, созданные самим человеком и управляемые просто за счет регулирования хозяйственной деятельности.

Упорядочение хозяйственной деятельности и рациональное использование территорий (и прежде всего учет инженерно-геологического районирования при их освоении) можно считать одними из самых эффективных мер снижения рисков природных катастроф.

Различные участки территорий вследствие огромного разнообразия их геологического строения, геоморфологических, гидрогеологических, ландшафтных и других характеристик могут по-разному быть подвержены природным опасностям и реагировать на них. Так, например, в низинах, где преобладают «слабые», насыщенные водой грунты, интенсивность сейсмических колебаний может быть на 2 балла (!) выше, чем на соседних участках, сложенных массивными скальными породами. Иными словами, геологическое строение участка, выбираемого для хозяйственной деятельности, во многом определяет уязвимость людей и сооружений по отношению к сейсмической опасности. Точно так же при наводнениях наибольшей опасности подвержены только наиболее пониженные участки (поймы рек) — геоморфологические условия территории определяют уязвимость людей и сооружений по отношению к гидрологической опасности.

Территории, сложенные лессовыми грунтами, подверженными просадкам, оказываются крайне чувствительными к воздействию подземных вод. На участках с неглубоким залеганием подземных вод лессовые толщи дают просадку, вызывая деформации и разрушения зданий, сооружений и инфраструктуры, тогда как на участках с глубоким залеганием подземных вод эта опасность отсутствует, и лессы могут служить надежным основанием строительных объектов.

Перечень можно продолжать, но и так ясно, что для снижения уязвимости и повышения безопасности надо обдуманно выбирать участки для размещения населенных пунктов, промышленных и гражданских объектов, систем жизнеобеспечения и т. д. Для этого и служит инженерно-геологическое районирование территорий. Оно заключается в выделении участков, обладающих одинаковыми или близкими геологическими характеристиками (условиями), и их ранжировании по степени пригодности для хозяйственного освоения и устойчивости к воздействию природных и природно-техногенных опасностей. Эта информация отображается на специальных

* Тема страхования от природных рисков выходит за рамки данной статьи и здесь не рассматривается.

картах, как правило, предназначенных для какого-то определенного вида хозяйственной деятельности, например, наземного или подземного строительства, сельскохозяйственного или горнопромышленного использования земель, захоронения отходов и т. д.

На основе инженерно-геологических карт разрабатываются проекты региональной, районной и детальной планировки территории для хозяйственного освоения с учетом специфики хозяйственной деятельности и уязвимости территории по отношению к разным природным опасностям. Только такой подход к использованию территории позволяет принимать правильные архитектурно-планировочные решения, оптимально размещать инвестиции, максимально учитывать природные условия для снижения уязвимости людей и техносферы.

Для сейсмоопасных территорий помимо карт инженерно-геологического районирования составляются карты сейсмического микрорайонирования (СМР). Основное их назначение — охарактеризовать территории по сейсмической опасности с учетом всех региональных и локальных факторов, влияющих на распространение в геологической среде упругих волн. Как уже отмечалось, даже для соседних участков сейсмичность может различаться на 2 балла, что заставляет на картах СМР вносить серьезные коррективы по сравнению с картами общего сейсмического районирования.

Используя карты СМР, архитекторы и проектировщики планируют хозяйственное освоение территорий: на менее подверженных сейсмической опасности участках размещают жилые здания, наиболее важные промышленные сооружения и системы жизнеобеспечения, а на более опасных — зоны отдыха, лесопарки, сельхозугодья и т. д.

Превентивные меры. В ходе инженерно-геологического изучения территории часто выясняется, что даже наиболее благоприятные по геологическим условиям участки недостаточно устойчивы и слабо защищены от опасных природных явлений. Кроме того, подчас приходится использовать и не вполне пригодные для освоения территории, скажем, пониженные участки морских побережий и речных долин, склоны гор, участки с грунтами, подверженными карстам и просадкам, и т. д. В этом случае помогают превентивные инженерные мероприятия, направленные на повышение устойчивости территорий и защиту самих сооружений: усиливают конструкции зданий; возводят защитные стенки, дамбы, дренажные системы, водосбросы; укрепляют берега; подсыпают грунт, уплотняют его, цементируют, армируют; экранируют техногенные физические поля; снижают уровень подземных вод, сброс технологических вод ведут только в глубокие горизонты и т. д.

Проведение таких мероприятий повышает безопасность, хотя и заметно удорожает строительство. Впрочем, затраты частично компенсируются, ибо в хозяйственный оборот вводятся малопригодные для освоения участки.

Можно привести примеры уникальных защитных сооружений, потребовавших огромных затрат. Так, в Нидерландах дамбы протяженностью в десятки километров защищают от наводнений почти 50% территории страны, где проживает около 60% населения. В Бангладеш вдоль морского побережья возводят специальные укрытия (шелдеры) высотой с трехэтажный дом, где жители могут укрыться во время разрушительных тропических штормов.

Известно, что в природных катастрофах люди часто гибнут из-за обрушения зданий. Поэтому важнейшие превентивные меры — диагностика состояния зданий и сооружений, укрепление конструкций уже построенных зданий, совершенствование проектных решений, применение особых материалов. По оценкам, из-за этого стоимость строительства может возрастать до 60%, но «овчинка стоит выделки», ибо выигрыш намного больше, если учесть не только экономические, но и социальные, экологические, психологические и другие факторы, определяющие качество жизни граждан и благополучие государства.

Система предупреждения и экстренного реагирования — важное звено управления природной безопасностью. Она включает средства мониторинга, оперативной обработки и передачи информации и оповещения населения о назревающей опасности.

Мониторинг — основа системы. Именно он позволяет составлять прогноз ожидаемых аномальных явлений природы. В России система наблюдений за природными процессами включает несколько служб мониторинга, осуществляемых разными ведомствами. Самая мощная у Росгидромета: 1500 тыс. станций и более 2000 постов, разбросанных по всей стране. Сейсмические наблюдения на трех уровнях — телесеismicком (спутниковом), региональном и локальном — ведут более 200 станций, принадлежащих РАН, Минобороны, МЧС, Росатому и другим ведомствам. За другими опасными геологическими процессами следят комплексные инженерно-геологические и гидрогеологические партии МПР. В стране разработана концепция Государственного геологического мониторинга, включающего три подсистемы: мониторинг экзогенных геологических процессов (вызванных внешними факторами), мониторинг эндогенных геологических процессов (наблюдения за полем деформаций пород) и мониторинг подземных вод.

На основе информации о грозящей опасности, поступающей со станций мониторинга, проводится

срочное оповещение населения с использованием всех доступных средств массовой информации и гражданской обороны. Одновременно проводятся мероприятия экстренного реагирования: переселение людей в безопасное место, отключение энергии и газоснабжения (за исключением отдельных объектов), мобилизация специальных подразделений (в том числе армейских) на проведение спасательных и восстановительных работ.

Как свидетельствует мировой опыт, последствия природных катастроф удастся заметно смягчить и за счет улучшения информированности граждан. Отсутствие элементарных знаний о природных опасностях, особенностях их проявления и воздействия на людей, правилах поведения при наступлении таких событий серьезно затрудняет реагирование, увеличивает число жертв. Кроме того, невежество способствует распространению самых невероятных слухов и представлений о полной беспомощности человека перед стихией, что также сказывается на эффективности реагирования. Поэтому так важно иметь действенную государственную программу повышения информированности населения о природных опасностях. В США и Японии в школах, университетах, на радио и телевидении действуют общеобразовательные программы, большими тиражами издаются красочные буклеты и брошюры, посвященные разным опасным явлениям и правилам поведения в чрезвычайных ситуациях. В учебных заведениях, на крупных предприятиях и по месту жительства проводят специальные учения, проверяя готовность всех звеньев системы предупреждения и реагирования на грозящую катастрофу. Такие программы и акции активно поддерживают страховые компании (в Японии они тратят на эти цели 200 млн долл. в год).

Принятие управленческих решений. Все значительные мероприятия по управлению природными рисками и смягчению последствий стихийных бедствий должны подкрепляться решениями на правительственном уровне. Эти решения могут быть трех типов: стратегические, превентивные и чрезвычайные.

К первым относятся решения, принимаемые на государственном уровне ради устойчивого развития страны и регионов (например, разработка программ размещения производительных сил, регулирование потоков переселенцев; распределение спасательных средств по стране с учетом природных рисков в отдельных регионах; создание необходимого государственного резерва продуктов питания и средств жизнеобеспечения). Важное стратегическое значение имеют и решения об инвестировании и налогообложении в отдельных регионах с учетом необходимости в них дополнительных затрат на борьбу с при-

родными опасностями. Превентивные решения определяют меры, реализуемые в относительно сжатые сроки (обычно месяцы) на основании долго- и среднесрочных прогнозов о приближающейся опасности. Они включают мероприятия по защите наиболее важных зданий и сооружений (школ, больниц, предприятий энергетики, транспорта, связи), строительство специальных укрытий, создание системы оповещения в реальном режиме времени, подготовку лиц и специальных команд для ликвидации последствий катастрофы и оказания санитарно-медицинской помощи, создание резервов продуктов питания и предметов первой необходимости и т. д.

Наконец, управленческие решения чрезвычайно характера принимаются, как правило, на основе краткосрочных прогнозов и оперативной информации о предвестниках опасных явлений. Они касаются срочного оповещения населения, частичной или полной его эвакуации, принятия экстренных мер по минимизации возможного ущерба для систем жизнеобеспечения, мобилизации специальных подразделений для работы в чрезвычайной ситуации.

Заключение

В XX веке мир оказался перед лицом ряда глобальных угроз, одна из которых — стремительный рост числа и масштабов природных катастроф и ущерба от них. Наиболее резко увеличилось число катастроф, связанных с событиями гидрометеорологической природы, что свидетельствует об их взаимосвязи с деградацией природной среды и переменами климата. Эта тенденция требует новой стратегии борьбы с природными катастрофами, основанной на оценке природных рисков и разработке методов смягчения их последствий. Реализация такой стратегии позволит перейти на экономическое планирование и развитие с учетом природных рисков, повысить безопасность общества, сократить социальные и материальные потери.

Важная часть этой стратегии — разработка унифицированных методик составления карт природных опасностей и рисков, которая позволила бы сопоставлять карты риска для отдельных территорий округов и субъектов РФ, полученные с использованием их собственных финансовых средств, научного потенциала и банков данных. Такие карты должны служить региональными нормативными документами, с учетом которых органы управления принимают решения по использованию территорий и проведению мероприятий по управлению рисками. Не менее важно для обеспечения безопасности регионов — принятие законодательных решений о величине допустимого риска и информирование населения о тех или иных природных рисках.

Автор



Осипов Виктор Иванович- директор Института геоэкологии им. Е.М.Сергеева РАН, академик РАН, председатель Научного совета РАН по инженерной геологии, геоэкологии и геокриологии. Исследования в области фундаментальных основ охраны окружающей среды и экологической политики, теории прочности грунтов. Один из создателей отечественных методов и аппаратуры для изучения влажности и плотности грунтов с применением радиоизотопов. Его научные работы внесли значительный вклад в установление основных закономерностей формирования прочности и деформируемости дисперсных грунтов, что имеет большое значение при решении вопросов надежности сооружений, возводимых на слабых грунтах и снижении ущербов от развития катастрофических природных процессов. Под его руководством выполнены приоритетные исследования в области количественного анализа микроструктур глинистых пород и разработки теоретических основ создания геотехногенных массивов.