

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КАТАСТРОФ, ПРОИСХОДЯЩИХ В МИРЕ

Баришполец В. А.

Вычислительный центр им. А.А.Дородницына РАН, 119333 Москва

Поступила в редакцию 10.06.2010

Рассмотрены вопросы системного изучения катастроф, дана их классификация по различным признакам, рассмотрены источники и причины происхождения катастроф, их основные характеристики: масштабы, периодичность, закономерности протекания, разрушительные силы и последствия. Даются рекомендации по прогнозированию и предупреждению катастроф, количественной оценке рисков, связанных с катастрофами, а также оценке роли человеческого фактора в возникновении техногенных катастроф. Формулируется база для разработки средств и методов прогнозирования, предупреждения и предотвращения (если это возможно) катастроф, создания системы оповещения о возможных опасностях и средств защиты от них с целью снижения человеческих жертв, материальных потерь и ущерба окружающей природной среде, а также спасательных служб и средств ликвидации последствий катастроф.

*Ключевые слова:* классификация катастроф, характеристики катастроф, оценка рисков, методы прогнозирования, системы оповещения, средства защиты, службы ликвидации последствий.

УДК 364.254-255; 519.61

## 1. ВВЕДЕНИЕ

*Катастрофа* (от греч. *katastrophe* – переворот, уничтожение, гибель) – это внезапное бедствие; событие, влекущее за собой трагические последствия. Обычно катастрофы связывают с большими человеческими жертвами, серьёзным ущербом здоровью людей, разрушением либо уничтожением различного рода объектов и материальных ценностей в значительных размерах, широкомасштабным ухудшением состояния окружающей природной среды и др. трагическими происшествиями. По данным ООН, в 70–80-х гг. XX в. катастрофы стали причиной гибели более 3 млн. человек, число пострадавших составило около 800 млн. человек, а общая стоимость ущерба

оценивается в 100 млрд. долларов. Часто суммарный ущерб в результате катастрофы превышает возможности пострадавшего человеческого общества справиться с ним исключительно за счёт собственных ресурсов. В среднем еженедельно в мире регистрируется одна катастрофа, в ликвидации последствий которой участвуют международные силы. На проведение спасательных работ ежегодно расходуется более 1 млрд. долларов. Сегодня потери от различного рода катастроф в России составляют 5-8% ВВП [1].

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ КАТАСТРОФ

В зависимости от источника происхождения катастрофы чаще всего подразделяют на *природные (стихийные)* и *техногенные*. Однако необходимо заметить, что кроме природно-техногенных катастроф могут быть различного рода социально-экономические потрясения в жизни общества, а также потрясения, связанные со сменой государственного строя, идеологии и т.п.

По выражению В.И. Вернадского «земная поверхностная оболочка не может рассматриваться как область только вещества, это область энергии». На поверхности Земли и в прилегающих к ней слоях атмосферы идёт развитие множества сложнейших физических, физико-химических и биохимических процессов, сопровождающихся обменом и взаимной трансформацией различных видов энергии. Эти процессы лежат в основе эволюции Земли и её природной обстановки, являясь источником постоянных преобразований облика нашей планеты – её геодинамики. Геодинамические процессы внутри Земли, на её поверхности и в прилегающих слоях атмосферы часто приводят к развитию природных катастроф.

*Природные катастрофы* определяются как резкий переход квазистабильной природной системы в новое равновесное состояние при плавном изменении внешних условий безотносительно

к масштабу явления. Природные катастрофы не только достаточно часты, но и неизбежны; путь к стабильности природной системы идёт через катастрофы. Постулируется, что в ходе направленного, постепенного развития природных процессов периодически при определённых условиях возникают неожиданные трагические события (катастрофы), причинами которых являются как внешние, так и внутренние факторы. Непредсказуемые катастрофические события играют важную роль в становлении природных систем и являются неотъемлемой частью их развития.

К распространённым опасным стихийным явлениям, влияющим на устойчивое развитие мирового сообщества, относятся землетрясения, извержения вулканов, наводнения, цунами, снежные обвалы, оползни, сели, ураганы, смерчи, тайфуны, необычайная жара, засухи, опустынивание, массовое размножение вредителей, отсутствие насекомых-опылителей, угрожающее урожаю, лесные пожары и др. К природным опасностям, возникающим на территории нашей страны, относится более 30 различных разрушительных природных явлений.

Природные катастрофы могут происходить: в результате быстрого перемещения земных веществ (землетрясения, склоновые процессы); в результате высвобождения внутривоздушной энергии и выделения её на земной поверхности (вулканическая деятельность, землетрясения); при повышении водного уровня рек, озёр и морей (наводнения, цунами); под действием необычайно сильного ветра (ураганы, тропические циклоны), а также в результате других природных процессов.

Природные катастрофы в современном мире – источники глубочайших социальных потрясений, сопровождаемых массовыми страданиями и гибелью людей, а также огромными материальными потерями и нанесением ущерба окружающей среде. В общей проблеме безопасности общества они всё чаще рассматриваются как один из важнейших дестабилизирующих факторов устойчивого развития. Согласно проведённому ООН исследованию только в период с 1975 по 2008 год в мире имели место 23 крупных стихийных бедствия, общее число жертв которых превысило 1,8 млн. человек.

Наиболее распространёнными опасными природными явлениями в мире являются наводнения и тропические штормы (по 32%), а также

землетрясения (12%). Другие опасные природные явления составляют 24%. Самым страшным стихийным явлением по трагическим последствиям является цунами. Среди континентов мира наиболее подверженными действию опасных природных процессов являются Азия (38%) и Северная и Южная Америка (26%), далее идут Африка (14%), Европа (14%) и Океания (8%) [8].

В большинстве случаев природные катастрофы нельзя предсказать, а также полностью предотвратить. Они всегда наносят ощутимый материальный ущерб, но наибольшее беспокойство связано с угрозой большого количества потерь человеческих жизней. Поэтому во всех странах мира ведутся многочисленные работы по нахождению способа предупреждения природных катастроф, разрабатываются системы раннего оповещения людей о грядущем бедствии. Для ликвидации последствий природных катастроф действуют специальные спасательные службы. Если природная катастрофа особенно велика, а её последствия особенно тяжёлы, потерпевшая страна может получить помощь от других государств (добровольцами-спасателями, врачами, денежными средствами, медикаментами, предметами первой необходимости и т.д.). В то же время человеческое общество своими необдуманными действиями может многократно усилить имеющийся у природы разрушительный потенциал. Возникновение некоторых природных катастроф вследствие преобразующей деятельности человека рассматривается в качестве их нового фактора. Например, интенсивная вырубка лесов на склонах гор приводит к их оголению, что способствует сходу снежных лавин и селевых потоков; осушение торфяных болот становится одной из причин их возгорания. Таким образом, в современных условиях некоторые виды катастроф имеют одновременно и природное, и антропогенное происхождение. Так, например, на основе прогнозов уничтожения или загрязнения источников воды предполагается, что к 2015 г. около половины населения мира будет проживать в странах, испытывающих дефицит воды.

Предупреждать природные катастрофы на основе мониторинга их предвестников, ослаблять их последствия и быть готовыми к ним – экономически более выгодно, чем реагировать на их последствия. Эффективный краткосрочный (дни и часы) прогноз возникновения и развития стихийных природных бедствий на Земле обеспечивает

снижение людских и материальных потерь как минимум на 20% и в настоящее время приобретает все большую актуальность [12]. Поэтому необходимо разрабатывать и осуществлять эффективные меры по прогнозированию и предупреждению природных катастроф.

Чтобы осознать весь ужас, который исходит от природных катастроф, достаточно привести данные о наиболее крупных из них, которые произошли в XX в. и начале XXI века.

По числу жертв и ущербу, причиняемому обществу, первое место среди стихийных бедствий занимают наводнения. Они сопутствуют человеческому обществу с древнейших времён. На всех континентах наводнения происходят во все месяцы года. Наибольшее их число случается в апреле, мае и июне, во время таяния снега в Северном полушарии, наименьшее – в декабре, январе, феврале, когда большинство рек сковано льдом. Подавляющее число наводнений имеет продолжительность не более 3 дней, несколько меньшее – 4-7 дней. Во всём мире, включая Россию, наблюдается тенденция значительного роста ущербов от наводнений, вызванная нерациональным ведением хозяйства в долинах рек, усиленным освоением паводкоопасных территорий и потеплением климата. Катастрофические наводнения вызывают затопление огромных территорий, полностью парализуют хозяйственную и производственную деятельность, наносят большой материальный ущерб и приводят к гибели людей. По данным ЮНЕСКО, в XX в. от наводнений погибло 9 млн. чел. Одно из самых больших наводнений на Москве-реке было в 1908 г., во время которого вода в реке поднялась на 8.9 м выше постоянного летнего горизонта, на набережных у Кремля её слой доходил до 2.3 м. Было затоплено 16 км<sup>2</sup> территории города. В результате разлива рек Хуанхэ и Янцзы в 1950 г. в Китае около 500 человек утонули и 10 млн. человек остались без крова, было разрушено 890 тыс. домов, а 5 млн. акров возделываемых земель оказались затопленными. В 1953 г. в Голландии во время наводнения пришлось эвакуировать 100 тыс. человек. Несмотря на это только в юго-западной Голландии погибли 1500 человек. В 1978 г. муссонные дожди привели к сильным разливам рек в индийском штате Западная Бенгалия; в результате утонули 1300 человек, а 15 млн. человек остались без крова. В 1994 г. в Приморье (Россия) в результате наводнения было полностью

разрушено 104 моста, смыто около 800 км автодорог, затоплено 1400 домов и более 20 человек погибли. По имеющимся статистическим данным с 1947 г. по 1967 г. от наводнений в результате только разлива рек погибли 173.2 тыс. человек. Вместе с тем, как это ни парадоксально, единой общепринятой концепции защиты от наводнений паводкоопасных территорий пока нет нигде.

Одно из ведущих мест среди стихийных бедствий, приводящих к резкой дестабилизации экономики и человеческим жертвам, занимают землетрясения (третье место по количеству смертных случаев, количеству пострадавших и величине ущерба). Крупные землетрясения амплитудой 8 баллов и более по шкале Рихтера по масштабам разрушений и потерь сравнимы с ядерными взрывами. Людские потери и материальный ущерб при землетрясениях обусловлены, прежде всего, степенью разрушения зданий и сооружений. При интенсивности землетрясения 9–10 баллов массовые людские потери могут возникнуть в течение секунды. Часто землетрясение вызывает активизацию других катастрофических природных явлений, например цунами, выход рек из берегов, и, как следствие – наводнение, оползни и т.п. Наиболее известными катастрофическими землетрясениями являются: Мессина на Сицилии (Италия), погибли 83 тыс. человек, одновременно с землетрясением на город обрушились ураганы и цунами – 28.12.1908 г.; провинция Ганьсу (Китай), погибли 180 тыс. чел. – 16.12.1920 г.; Токио и Йокохама (Япония), погибли 143 тыс. человек, разрушено 575 тыс. домов – 1-3.9.1923 г.; Чили, погибли более 50 тыс. человек – 24.1.1939 г.; провинции Эрзинджан, Сивас и Самсун (Турция), погибли более 50 тыс. чел. – 27.12.1939 г.; Ашхабад (Туркмения), погибли 176 тыс. человек – 6.10.1948 г.; Уругвай, Перу, погибли более 50 тыс. человек – 31.5.1970 г.; Таншань (Китай), погибли более 240 тыс. и ранено 773 тыс. человек – 28.7.1976 г.; Спитак (Советская Армения), погибли около 30 тыс. и остались без крова 500 тыс. человек, разрушено две трети г. Ленинакана (всего пострадали 21 город и 342 села) – 7.12.1988.; Иран, погибли 50 тыс. человек – 21.6.1990 г.; Бам (Иран), погибли около 40 тыс. человек – 26.12.2003 г.; Юго-Восточная Азия, в результате подводного землетрясения на ряд стран этого региона (Индонезию, Индию, Малайзию, Сомали, Таиланд, Шри-Ланку и др.) обрушилось цунами с катастрофическими

**КАТАСТРОФЫ:  
КОНЦЕПЦИИ И РЕШЕНИЯ**

последствиями, погибли около 280 тыс. и остались без крова 3 млн. человек – 26.12.2004 г.; Пакистан (землетрясение захватило также Северную Индию и часть Афганистана), погибли около 90 тыс. человек – 8.10.2005 г.; Китай (провинция Сычуань), погибли около 100 тыс. чел. – 12.05.2008; Гаити, погибли около 200 тыс. чел. – 12.01.2010. Ежегодно на Земле от катастрофических землетрясений гибнет в среднем около 30 тыс. человек. Экономический ущерб от сейсмических катастроф достигает сотни миллиардов долларов США.

Каждый год в мире извергается 50–70 вулканов. Всего в мире выявлено 1343 вулкана, извергавшихся за последние 10 тыс. лет. В России 83 вулкана, которые извергались за последние 3,5 тыс. лет. В результате вулканических извержений в атмосферу попадают значительные объёмы частиц и газов – продуктов вулканической деятельности, которые переносятся тропосферными и стратосферными ветрами над обширными районами земного шара. Катастрофические вулканические извержения изменяют рельеф, влияют на климат, уничтожают растительность, животный мир, разрушают города и вызывают гибель людей. К катастрофическим последствиям привели извержения вулканов: Мон-Пеле на о. Мартиника в 1902 г., которое уничтожило г. Сен-Пьер и всё его 30-тысячное население; Катамай в 1912 г. в США на полуострове Аляска – после извержения пепел падал два дня и покрыл слоем в 25 см несколько близлежащих островов, на которых жителям пришлось покинуть свои дома; Руис в 1985 г. в Колумбии – разрушен город Армеро и много деревень, погибло около 23 тыс. человек; Ниос в 1986 г. в Камеруне – погибло около 2 тыс. человек, много домашнего скота и диких животных; Пинатубо в 1991 г. в Филиппинах – при извержении пепел поднялся на высоту 20 км, громадные серые тучи ветер уносил на огромные расстояния, потом они оседали на землю толстым слоем.

В последние годы учёные-вулканологи обнаружили на Земле «супервулканы», которые выглядят совершенно по-другому и могут извергаться в сотни и тысячи раз мощнее, чем самые мощные известные нам вулканы. Мощность извержений «супервулканов» может варьироваться, однако объём продуктов извержения достаточен, чтобы радикально изменить ландшафт и значительно повлиять на глобальный климат, вызывая катастрофические последствия для жизни,

например, вулканическую зиму. Последнее извержение «супервулкана», по данным вулканологов, произошло 27 тысяч лет назад на Северном острове Новой Зеландии. Оно сформировало озеро Таупо; было выброшено 1170 км<sup>3</sup> пепла. Сейчас точно установлено местонахождение четырёх «супервулканов»: на индонезийском острове Суматра, под Йеллоустонским парком в США, в окрестностях Неаполя, на острове Кос в Эгейском море. Кроме того, учёные предполагают, что подобные образования существуют под Новой Зеландией, Камчаткой, в Андах, на Филиппинах, в Центральной Америке, Индонезии и Японии.

Катастрофические последствия возникают в результате таких природных явлений как селевые потоки и близкие к ним по механизму воздействия на человека оползни, обвалы, снежные лавины. Сель — грязевой или грязекаменный поток, внезапно формирующийся в руслах горных рек в результате ливней, бурного таяния ледников или сезонного снежного покрова. Двигаясь с большой скоростью, сели на своем пути нередко производят крупные разрушения. В 1921 г. в Казахстане на спящий город Алма-Ата обрушилось 1,2 млн. м<sup>3</sup> принесённого селем материала (минеральных частиц, камней, обломков горных пород), который завалил улицы и разрушил дома в полосе 200 м. На Северном Кавказе в долине реки Баксан в 2000 г. сели разрушили здания, снесли мосты, размыли шоссе. В 1911 г. на Памире на территории России сильное землетрясение вызвало гигантский оползень. Оползло около 2,5 млрд. м<sup>3</sup> рыхлого материала. Был завален кишлак Усой с его 54 жителями. Оползень перегородил реку Мургаб и образовал завальное озеро, которое затопило кишлак Сараз. Высота этой естественной долины достигла 300 м, максимальная глубина озера – 284 м, протяжённость – 53 км. В 1991 г. на острове Лейте из-за оползней, вызванных тропическим штормом, погибло около 6 тыс. человек. В 2006 г. на Филиппинах под оползнем погребло деревню: более 500 человек погибло. На Камчатке в 2007 г. оползень уничтожил уникальный природный памятник – Долину гейзеров. Были уничтожены также туристические домики и хозяйственные постройки.

Большой вред хозяйственной деятельности наносят засухи, которые могут носить катастрофический характер. К сильным засухам, приведшим к голодному, могут быть отнесены: Советская Россия

– 1921-23 гг. (количество жертв – 3 млн. чел.); СССР – 1932-33 гг. (от 3 до 10 млн. чел.); Китай – 1939 г. (200 тыс. чел.); Китай – 1942-43 гг. (3 млн. чел.); Индия – 1943 г. (1.5 млн. чел.); Кампучия – 1975-78 гг. (более 1 млн. чел.); Эфиопия – 1983-88 гг. (более 1 млн. чел.); Северная Корея – 1997-99 гг. (2 млн. чел.). Катастрофической была в 2007 г. засуха, поразившая 80% площади Молдавии из-за того, что количество осадков летом составило 50% от климатической нормы, а средняя температура воздуха превысила норму на 3-4 градуса. За последние 20 лет из-за засух, вызываемых жаркой погодой, страны ЕС недосчитались около 40 млн. тонн зерна. Примерно через каждые 3 года в результате засухи Россия недополучает много зерна. Летом 2010 г. из-за стойкой сильной жары и возникшей в связи с этим засухи пострадали Россия, Казахстан и Евросоюз; в России погибло 10 млн. га посевов, в 23 регионах в июле была объявлена чрезвычайная ситуация.

Падение на Землю небесного тела диаметром свыше 0.5–1 км способно вызвать катастрофические последствия планетарного характера. Количество таких тел в Солнечной системе может составлять около 1200, однако на начало 21 в. известно немногим более половины из них. Тела меньшего размера способны вызвать катастрофы глобального, национального, регионального и местного масштаба, последствия которых могут быть особенно тяжёлыми, если в местах падения находятся объекты повышенной опасности (например, атомные электростанции или химические производства). Самое заметное событие 20 в., связанное со столкновением Земли с небесным телом, произошло 30.06.1908 г. в районе реки Подкаменная Тунгуска (Россия, Сибирь). Взрыв небесного тела, произошедший, по всей видимости, над поверхностью Земли, имел мощность около 10 мегатонн в тротиловом эквиваленте. Частота столкновений Земли с астероидами диаметром свыше 1 км – примерно 1 раз в 500 тыс. и более лет, с объектом типа Тунгусского метеорита (диаметр около 50 м) – 1 раз в 500–1000 лет.

Анализ природных катастрофических явлений показывает [8], что идёт закономерный рост их количества. За последние пятьдесят лет количество природных катастроф на Земле увеличилось почти в три раза. Природные катастрофы становятся существенным препятствием для обеспечения устойчивого развития на всей Земле.

Стремительными темпами на Земле растут экономические потери от природных катастроф: в 60-х годах прошлого столетия они составляли несколько млрд. долларов в год, а в конце столетия достигли 85 млрд. долларов. По прогнозам к середине XXI столетия ежегодные ущербы от природных катастроф могут достигнуть 300 млрд. долларов. В целом во всём мире количество погибших от природных катастроф за последние 35 лет возросло ежегодно в среднем на 4.3%, а количество пострадавших – в среднем на 8.6%. Так же как и для мира в целом, для России характерен рост природных катастроф, который особенно интенсифицировался в последние годы.

Увеличение количества природных катастроф в мире, числа пострадавших и ущерба от них связано с рядом глобальных процессов в социальной и природной сферах. Одной из причин является неуклонный рост человеческой популяции на Земле (численность населения, составлявшая 2.2 млрд. чел. в 1950 г., выросла до 6.3 млрд. чел. в 2003 г.), а также рост её материального благополучия. Мировой опыт показывает, что уязвимость людей от катастрофических природных явлений неуклонно растёт из-за увеличения плотности населения и усложнения инфраструктуры. Другой причиной является рост техногенного воздействия человека на природную среду и деградация последней. XX век породил индустриальное производство с гигантским потреблением энергетических и природных ресурсов и окончательно сформировал искусственную среду обитания человека – техносферу, которая начала конкурировать во многом с природной средой, часто подавляя и разрушая естественные процессы самоорганизации и причинно-следственные связи, обеспечивавшие гомеостаз. Это приводит к интенсификации таких опасных процессов как наводнения, ураганы, смерчи, оползни, эрозия. Важную роль в росте количества опасных природных явлений играет глобальное потепление климата. Изменение глобальной температуры воздуха вызывает развитие ряда процессов в геосферных оболочках Земли, способных оказать как положительное, так и отрицательное воздействие на природную среду. С глобальным потеплением климата связан рост природных катастрофических явлений, таких как опустынивание, заболачивание, подтопление, подъём уровня мирового океана, сход ледников, отступление вечной мерзлоты и т.д. И последнее, как

считают некоторые учёные, Земля вступила в период новых стихийных потрясений.

Поэтому на современном этапе развития человеческой цивилизации прогнозированию и предупреждению природных катастрофических явлений должно уделяться всё большее внимание. Человеческое общество своей деятельностью по предсказанию – научному прогнозу природных катастроф, а также проведением мероприятий, направленных на снижение риска их возникновения, может минимизировать потери от них. Мировой опыт показывает, что затраты на прогнозирование и предупреждение катастрофических природных явлений во много раз меньше, чем на устранение ущерба от них. Центральное место в этой стратегии занимает проблема оценки и управления *природными рисками*.

Процедура по оценке природных рисков включает выполнение ряда последовательных операций, а именно: *прогнозирование опасности*, т.е. необходимо определить вероятность проявления (или повторяемость) той или иной опасности определённого энергетического класса для взятой территории за заданный интервал времени; *оценку уязвимости*, которая характеризует свойство любых объектов социальной и материальных сфер полностью или частично утрачивать способность к выполнению своих естественных или заданных функций в результате проявления опасного явления или процесса; *оценку природного риска* на основе вероятности проявления природной опасности и величины возможной уязвимости. Получаемый таким образом количественный показатель природного риска – это вероятностная величина, характеризующая возможную гибель и увечье людей, а также возможные материальные потери (экономический ущерб) в результате развития отдельных видов (дифференцированный риск) или нескольких видов природных опасностей (интегральный риск).

Решение проблемы управления природными рисками должно включать: прогноз опасных природных процессов и явлений; моделирование механизма их развития; оценку безопасности людей и устойчивости инфраструктуры к действию разрушительных процессов; разработку комплексных мероприятий по снижению негативных последствий природных катастроф за счёт систем защиты, предупреждения, диагностики и мониторинга. Таким образом, основной целью управления

природным риском является его целенаправленное, поэтапное и научно обоснованное снижение до приемлемого уровня при заданных ограничениях на ресурсы и время.

Предпосылкой успешной защиты от природных катастроф является познание причин их возникновения и механизма протекания. Исследованием причин возникновения и сущности природных катастроф занимаются геофизика, геология, метеорология, гидрология. Разработкой конструкций, устойчивых в отношении землетрясений и циклонов, занимаются технические науки. Чувствительные приборы, регистрирующие предшествующие катастрофам явления и сопровождающие их, обязаны своим изобретением физике, механике и электронике. Проявление и размеры происходящих катастроф оценивает статистика. Чем больше статистических данных, тем надёжнее прогноз будущих катастроф.

Зная сущность процессов, лежащих в основе природных катастроф, можно их предсказывать. В настоящее время сущность сейсмических явлений и вулканических извержений известна приблизительно на 50%. Лучшее всего изучены поверхностные процессы – наводнения и оползни. Наши знания о тропических циклонах составляют примерно 75%. Что касается прогнозирования, то здесь картина несколько иная: точность прогноза землетрясений равна примерно нулю. Наиболее критичным является оперативный и краткосрочный прогноз возникновения землетрясений, что является нерешенной в настоящее время проблемой. Основным средством их предсказания является сейсмическое районирование (атлас землетрясений). Существующие успехи предсказания землетрясений падают на долю отдельных предсказаний в советской Средней Азии и Китае. Катастрофические вулканические извержения могут быть предсказаны приблизительно на 50%. Проблема предсказания наводнения решается успешно. Трассы тропических циклонов прогнозируются сравнительно точно, так же, как и сроки их прихода. Прогноз оползней довольно сложен.

Для решения задачи краткосрочного прогноза стихийных бедствий прежде всего необходимо получение специальной, оперативной, глобальной информации о динамике изменения параметров литосферы, атмосферы и ионосферы Земли, её специализированная обработка и передача в соответствующие органы контроля и управления,

принимающие решения. Система сбора и анализа информации, существующая в нашей стране, неадекватна задачам прогноза и предупреждения стихийных бедствий. Более того, объём и содержание информации, необходимой для серьёзной научной поддержки принимаемых решений, быстро меняется. В настоящее время развивается новая концепция создания информационных систем мониторинга окружающей среды, основанная на алгоритмах и методах эоинформатики и состоящая в совместном использовании информационных технологий и моделей эволюции подсистем окружающей среды [12]. Основным смыслом предполагаемого подхода состоит в совместном использовании методов математического моделирования и аэрокосмического мониторинга при интеграции в эту систему знаний из различных наук, так или иначе определяющих функционирование системы природа-общество. Это может быть обеспечено при оптимальном построении орбитальной группировки космической системы, с соответствующим составом бортовой аппаратуры, в сочетании с привлекаемыми авиационными средствами и средствами наземного датчикового контроля. В настоящее время у России есть предложения по созданию международной аэрокосмической системы мониторинга глобальных геофизических явлений в интересах прогнозирования природных катастроф (МАКСМ). В состав МАКСМ должны входить космический, воздушный и наземный сегменты. В частности, космический включает в себя орбитальную группировку, состоящую из космических аппаратов, расположенных на разных орбитах.

К *техногенной катастрофе* может быть отнесена любая крупная авария на потенциально опасном гражданском или военном объекте (атомной электростанции, предприятии по изготовлению ядерного топлива, радиоактивном могильнике, предприятии по производству взрывчатых веществ, складе ядерного оружия и химического оружия, танкере с нефтью, нефтяной платформе, атомной подводной лодке, авиа-, железнодорожном и водном транспорте и т.п.), повлекшая за собой гибель людей и нанесение ущерба их здоровью, разрушение либо уничтожение объекта и компонентов окружающей природной среды. Особого внимания заслуживают техногенные геологические катастрофы, обусловленные антропогенной деятельностью: проведением горных работ,

неумеренной откачкой подземных вод, строительством мегаполисов, мелиоративными работами и т.д. По мере научно-технического прогресса в этом типе катастроф огромную роль начинает играть человеческий фактор в своих проявлениях инженерных ошибок, просчётов персонала, неэффективной помощи спасательных служб. Возрастание размеров и мощности технических систем в случае серьёзных аварий на них ведёт к увеличению масштабов людских, материальных и экологических потерь. Статистика показывает, что число техногенных катастроф в мире резко увеличилось с конца 1970-х годов. Уровень смертности в результате техногенных катастроф произошедших за период с 1994 г. по 2003 г. в индустриально развитых странах составляет 0.9 погибшего на 1 млн. жителей, для наименее развитых стран – 3.1 смертельных случая на 1 млн. жителей. В России более 3 тыс. объектов, которые при авариях или разрушениях могут привести к массовым поражениям людей. Прямые и косвенные ежегодные потери России от гибели и увечий в авариях и техногенных катастрофах могут быть оценены в 250-300 млрд. рублей [10].

Крупнейшей техногенной катастрофой в истории мирного атома является авария на Чернобыльской АЭС (Украина, СССР) в 1986 г. В результате взрыва четвёртого реактора в атмосферу было выброшено несколько млн. кубических метров радиоактивных газов, что во много раз превысило выброс от ядерных взрывов над Хиросимой и Нагасаки. Ветры разнесли радиоактивные вещества по большей части Европы. Из зоны радиусом 30 км от взорвавшегося реактора была проведена полная эвакуация жителей. Трудно посчитать все случаи заболевания раком щитовидной железы у детей, 60 тыс. человек «ликвидаторов» уже умерли, 8 млн. человек живут на заражённых территориях на Украине, в Белоруссии и в России. Окончательный итог этой аварии подвести невозможно. Пройдут многие годы, прежде чем будет познан и осмыслен весь ужас Чернобыльской катастрофы, её страшные последствия для человека.

Среди самых трагичных в мире промышленных катастроф – утечка 43 тонн ядовитого газа метилизоцианата на заводе пестицидов американской фирмы «Юнион Карбайд» в Индии в 1984 г. Погибло более 3 тыс. человек, более 200 тыс. человек серьёзно пострадало. В 1979 г. в результате аварии на нефтяной платформе «Иксток-1» на

юге Мексиканского залива произошёл выброс в море 600 тыс. тонн нефти. Мексиканский залив в течение нескольких лет был зоной экологического бедствия.

17 августа 2009 г. Россия пережила аварию на Саяно-Шушенской ГЭС, по мощности выброса энергии превосходящую чернобыльскую в четыре раза. Одним ударом высвободилась мощность 4.4 гигаватта, полностью разрушив почти все гидроагрегаты и часть машинного зала. В результате аварии погибли 75 человек. По предварительным данным, ущерб от аварии превысил 7.3 миллиарда рублей. По масштабам эта технологическая авария в истории мировой гидротехники равных себе не имеет.

Одной из величайших морских катастроф XX в. была гибель в апреле 1912 г. океанского круизного лайнера «Титаник» (водоизмещение 46.3 тыс. т, длина 269 м), столкнувшегося в районе полуострова Ньюфаундленд с айсбергом. Число погибших составило 1513 человек (всего на борту было 2200 человек). В декабре 1917 г. грузовое судно «Монблан» с 5 тыс. т взрывчатых и легковоспламеняющихся веществ на борту столкнулось в проливе Галифакс (Канада) с другим судном, в результате чего произошел взрыв, унесший жизни 1635 человек. 21 декабря 1987 г. паром «Дона Пас», направлявшийся из Таклобана в Манилу (Филиппины), столкнулся с танкером «Виктор». Охваченные пламенем оба судна затонули в считанные минуты. На борту «Доны Пас» находились 1550 пассажиров. Все погибли. В 2000 г. в Баренцевом море потерпела катастрофу атомная подводная лодка «Курск», погиб весь экипаж – 118 человек.

Самая страшная железнодорожная катастрофа в мировой истории произошла во Франции в 1917 г., в результате которой погибло около 800 человек. Крупная железнодорожная катастрофа произошла в Индии 6 июня 1981 г., когда поезд сошел с рельс и упал с моста в реку Багхмати. Погибли свыше 800 пассажиров. Примером тяжелой железнодорожной катастрофы является гибель около 600 человек на двух пассажирских поездах под Уфой в 1989 г. (Башкирская АССР) вследствие взрыва широких фракций лёгких углеводородов.

Крупнейшими авиационными катастрофами являются следующие: в 1974 г. турецкий «ДС-10» разбился недалеко от Парижа, погибло 346 человек; в 1977 г. два «Боинг-747» столкнулись на взлётно-посадочной полосе в Тенерифе

(Канарские острова), погибло 578 человека; в 1985 г. японский «Боинг-747» врезался в гору Огура (Япония), погибло 520 пассажиров и членов экипажа; в 1996 г. саудовский «Боинг-747» столкнулся в воздухе над Дели с казахским Ил-76, погибло 349 человек; в 2001 г. аэробус А-300 после взлёта упал на жилой квартал Нью-Йорка, погибло 260 человек на борту и 5 на земле; в 2007 г. аэробус А-320 авиакомпании TAM Linhas Aereas при посадке врезался в строения и загорелся, погибло около 200 человек; в 2009 г. французский А-330 попал в зону сильной турбулентности и упал в океан, погибло 228 человек. Основными причинами авиационных катастроф являются: повреждения в технических системах летательных аппаратов, аэродромных служб и служб управления полётами (15-25%); человеческий фактор (40-70%); тяжёлые погодные условия (10-15%).

По степени потенциальной опасности, приводящей к техногенным катастрофам в гражданской сфере можно выделить объекты ядерной, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности, уникальные инженерные сооружения (плотины, нефте-газохранилища), транспортные системы (аэрокосмические, надводные и подводные, наземные), перевозящие опасные грузы и большие массы людей, магистральные газо-, нефте- и продуктопроводы. Сюда же относятся опасные объекты оборонного комплекса: ракетно-космические и самолётные системы с ядерными и обычными зарядами, атомные подводные лодки и надводные суда, большие склады обычных и химических вооружений. Крупные аварии и катастрофы на указанных объектах могут инициироваться опасными природными явлениями – землетрясениями, ураганами, штормами. Сами техногенные аварии и катастрофы при этом могут сопровождаться радиационными и химическими заражениями, взрывами, пожарами, обрушениями.

При рассмотрении возможности возникновения техногенной катастрофы в настоящее время в общественном сознании концепция полной безопасности техногенных объектов заменяется *концепцией предельного уровня риска*. Эта концепция опирается на представления, что человек является наиболее чувствительным элементом биоты, и состоит в следующем: люди интуитивно приемлют те виды практической деятельности, где риск гибели отдельных лиц находится на уровне менее 0.1% от

величины естественного риска смерти для населения.

*Техногенный риск*  $R$  – есть мера опасности, он характеризует возможность возникновения техногенной аварии (катастрофы) и тяжесть её последствий. Как количественная оценка уровня опасности, риск  $R$  есть функция двух переменных – частоты  $F$  и последствий  $U$ :

$$R = f(F, U).$$

Отсюда следует, что количественная оценка техногенного риска предполагает анализ множества возможных сценариев развития аварийных ситуаций и имеет два аспекта: аспект, связанный с частотным анализом возможных аварийных процессов, и аспект, связанный с прогнозом ущерба при аварии.

В работе [10] предложено техногенные риски  $R$  рассчитывать как произведение вероятности  $P$  наступления какого-то деструктивного события (аварии, взрыва, пожара и пр.) на математическое ожидание  $U$  ущерба, полученного в результате этого события, т.е.

$$R = PU.$$

В простейшем случае величины  $P$  можно оценивать как частоты  $F$  наступления неблагоприятных событий в год. Для их определения могут быть использованы статистические данные, метод экспертных оценок или аналитические методы (различного рода математические модели). Средний ущерб  $U$  (математическое ожидание ущерба) должен быть связан с типом деструктивного события и может измеряться большим числом параметров. Для качественного и количественного анализа функционалов  $U$  необходимо построение физических и математических моделей (сценариев) как самих аварий и катастроф, так и повреждений, наносимых ими населению, техническим объектам, системам и среде обитания. В упрощённом варианте ущерба  $U$  могут оцениваться числом пострадавших людей или экономическими потерями (в рублях).

Практически каждый техногенный риск  $R$  можно представить в виде сложной функции времени  $\tau$ :

$$R = f[S(\tau), T(\tau), N(\tau)] = \varphi(\tau),$$

где  $S$  – человеческий фактор,  $T$  – техногенный фактор (отказы технических систем),  $N$  – природный фактор (опасные природные процессы). Исследуя изменения риска во времени (временные

шкалы рисков) в зависимости от изменения указанных факторов, можно определять направления воздействия на них, то есть управлять риском. При этом, очевидно, и техногенный, и природный факторы в значительной степени зависят от человеческого фактора.

Анализ насыщения потенциально опасными системами и объектами техногенной сферы всех промышленно развитых стран в ушедшем столетии показал, что рост числа и тяжести последствий техногенных катастроф подчиняется экспоненциальному закону. Возможности парирования угроз в техногенной сфере оказались ограниченными, несмотря на выдающиеся достижения научно-технического прогресса практически во всех областях гражданской и оборонной промышленности. Такие объекты техногенной сферы, как атомные и термоядерные энергоустановки, ракетно-космические системы, ядерное и химическое оружие массового поражения, транспортные воздушные, морские и наземные системы, гиганты энергетического и химического комплексов, магистральные нефте-, газо-, продуктопроводы позволили, с одной стороны, преобразить возможности во всех областях жизнедеятельности мирового сообщества, а, с другой – создали неприемлемо высокие риски дальнейшему существованию человечества.

Научные методы оценки техногенного риска и безопасности создания и эксплуатации больших потенциально опасных систем и объектов практически стали развиваться начиная с 1970-х годов, по мере роста общественного понимания опасности ядерного оружия и атомной энергетики, космической техники, сложных химических производств, нефте-, газо- и энергетических систем. В настоящее время теория риска находит широкое применение во многих отраслях промышленности, где она используется при концептуальной проработке замысла, оценке размещения, официальном одобрении, проектировании потенциально опасных объектов и обосновании допустимого уровня их безопасной эксплуатации и вывода из эксплуатации. Важнейшими научно-техническими аспектами проблем техногенного риска и безопасности объектов техногенной сферы занимаются научно-исследовательские, проектные и производственные организации МЧС, Минобороны, Минпрома, Минтранса, институты РАН, вузы страны и отраслевые НИИ.

На основе анализа масштабов, периодичности, числа жертв и пострадавших, экономического и экологического ущерба можно выделить следующие виды природно-техногенных катастроф [2, 3, 5, 6]: планетарная, глобальная, национальная, региональная, локальная (местная) и объектовая катастрофы. Такая классификация катастроф в природно-техногенной сфере позволяет более ориентировано вести разработку методов, систем и средств их анализа, прогнозирования и предупреждения, создавать системы защиты от возможных опасностей.

Планетарная катастрофа — грандиозное событие, в результате которого возможна гибель многих миллионов людей и даже исчезновение жизни на Земле, например, глобальное потепление климата и рост экстремальных погодных явлений из-за действия многих природных и антропогенных факторов, возможное столкновение Земли с крупным астероидом (в поперечнике более 500 м), полномасштабные военные действия с применением современного ядерного, химического и биологического оружия. В качестве причин планетарной катастрофы, как версий, могут также выступать: перенаселение планеты, истощение её ресурсов и нехватка продовольствия; широкомасштабные эпидемии; смещение магнитных полюсов, сдвиги земной коры и процессы в более глубоких слоях Земли; увеличение посылаемой Солнцем энергии в пространство и др. Планетарные катастрофы ещё ни разу не случались на протяжении истории Земли, все указанные угрозы в значительной степени носят гипотетический характер.

Глобальная катастрофа — очень крупная, но не смертельная для человечества катастрофа, не ведущая к вымиранию всего человечества. Она затрагивает территории ряда сопредельных стран. Периодичность таких катастроф оценивается в 30–40 лет и более, число жертв и пострадавших в них может достигать более 100 тыс. человек. Такие последствия связываются с крупномасштабными техногенными катастрофами на ядерных реакторах гражданского и военного назначения с расплавлением активной зоны, на предприятиях ядерного цикла, на складах с ядерным и химическим оружием, на крупных химических предприятиях с большими запасами сильнодействующих ядовитых отравляющих веществ и др. Причиной

природных катастроф с глобальными последствиями могут быть крупнейшие землетрясения, извержение сверхвулкана с большим выбросом газов, цунами, ураганы, массовые пожары, возможное столкновение Земли со средним астероидом (100–500 м) и др.

Национальная катастрофа затрагивает территорию отдельной страны. Их периодичность составляет 15–20 лет, при этом число жертв и пострадавших может быть не менее 10 тыс. человек. Такие катастрофы могут возникать на ядерных реакторах гражданского и военного назначения (например, Чернобыльская катастрофа), на предприятиях ядерного цикла, на атомных подводных лодках и надводных судах, на складах с ядерным и химическим оружием, на крупных химических предприятиях с большими запасами сильнодействующих ядовитых отравляющих веществ, при транспортировках больших масс людей и опасных грузов, на пересечениях магистральных трубопроводных систем с транспортными линиями и линиями электропередач, при пожарах на крупнейших промышленных и гражданских комплексах, при падениях самолетов на потенциально опасные объекты, при разрушениях крупных плотин и дамб. К опасным природным процессам с последствиями национального масштаба относятся землетрясения, ураганы, наводнения, лесные пожары, селевые потоки, возможное столкновение Земли с малым астероидом (до 100 м) и др.

Региональная катастрофа — природная или техногенная катастрофа, захватывающая территорию республики, края, области; их периодичность составляет 10–15 лет, число жертв и пострадавших в них может превышать тысячу человек. Такого рода катастрофы вызываются теми же причинами, но меньшего масштаба, и приводят к тем же последствиям, что и национальные катастрофы. Дополнительно к ним можно отнести взрывы и пожары на объектах с опасными веществами, при крушениях поездов, судов и самолетов, при взрывах на металлургических комплексах, элеваторах, шахтах. Дополнительными опасными природными процессами являются обвалы, ливни, оползни, снежные лавины, горные удары.

Локальная (местная) катастрофа создаёт ущерб для города или района. Частота их возникновения менее одного года, жертвами и пострадавшими в них оказываются сотни людей. Спектр основных источников и причин локальных

катастроф, имеющих меньший масштаб по сравнению с региональными катастрофами, дополняется обрушениями и пожарами на промышленных и гражданских сооружениях.

Объектовая катастрофа ограничивается территорией санитарно-защитной зоны объекта. Частота таких катастроф характеризуется временем до 1 месяца, число жертв и пострадавших находится на уровне десятков человек. Наиболее частыми здесь являются пожары, взрывы, столкновения и крушения транспортных средств, обрушения, провалы.

Исследования источников и рисков природно-техногенных катастроф показали их существенную связь с социально-политическими и экономическими рисками [10]. Это в значительной степени проявилось в период распада СССР, смены социально-экономической системы в нашей стране в начале 1990-х годов. При этом в первые 5-7 лет шло экспоненциальное увеличение числа чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера с большими социально-экономическими ущербами. В конце 1990-х годов было достигнуто снижение относительного числа природно-технических катастроф за счёт большого комплекса научно-технических, законодательных и организационных мероприятий государственного, регионального и отраслевого масштаба. Однако источниками рисков в техногенной сфере остаются и будут оставаться произошедшие смещения на государственном, региональном, отраслевом и индивидуальном уровнях приоритетов из сферы безопасности в экономическую сферу, высокая изношенность и деградация основных фондов, недооценка важности предотвращения, прогнозирования и снижения потенциальных рисков техногенных катастроф, недостаточная правовая, научно-техническая и экономическая поддержка систем мониторинга и защиты от техногенных катастроф. Исключительной особенностью России на современном этапе её развития оказалось сосредоточение основных причин и источников угроз в области технологической безопасности, которая становится доминантой обеспечения безопасности в природно-техногенной сфере. Только развитие высоких производственных и интеллектуальных технологий способно изменить негативные тенденции, связанные с природно-техногенными катастрофами.

К настоящему времени появился ряд документов федеральных и региональных органов власти, в которых заложены законодательные нормативные основы обеспечения безопасности сложных объектов по критериям риска. Проводятся углублённые исследования в области создания нормативной базы обеспечения анализа риска, комплексного анализа структуры природного, техногенного и социального риска. Результаты этих исследований являются научной основой экспертных систем анализа рисков, систем оптимизации мониторинга, инспекции, диагностики, технического обслуживания потенциально опасных объектов, позволяющих минимизировать риск.

В теории и практике оценки рисков и управления интегральными рисками в природно-техногенной сфере остаются сложными несколько проблем. Наиболее ощутима *проблема человеческого фактора*. При этом следует учитывать многоаспектность проявления самого человеческого фактора, непосредственно связанную с такими базовыми показателями рисков, как вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций и ущерб, сопутствующий этим ситуациям.

Негативная роль человеческого фактора в управлении рисками и обеспечении безопасности в случае природных катастроф проявляется в: отсутствии своевременного вмешательства, неправильном вмешательстве, несвоевременном правильном вмешательстве, избыточном вмешательстве, вредном вмешательстве.

Вероятность негативного проявления человеческого фактора в техногенной сфере определяется следующими причинами: ошибками операторов (машинистов, пилотов, космонавтов, диспетчеров, контролёров и др.); несанкционированными действиями операторов, а также участников технологических процессов и других сопутствующих видов деятельности, не отвечающими нормам и правилам организации жизнедеятельности человеко-машинных систем; террористическими действиями; производством объектов техносферы и средств жизнеобеспечения с нарушением технологии их изготовления; недостаточным вниманием конструкторов, расчётчиков и испытателей к созданию современной нормативной базы по проектированию объектов техносферы.

Детальный анализ причин аварий сложных систем и техногенных катастроф показывает, что

устранение причин предусматривалось технологической и организационной документацией, но не было выполнено персоналом. Устранение причин большинства аварий и техногенных катастроф лежит в области работы с людьми. Попытки подойти к проблеме надёжности человека с теми же мерками, что и к проблеме надёжности техники, обнаруживают свою несостоятельность. Вероятность отказа человека может быть точно определена только для конкретного человека, социальных условий и короткого периода времени. Обобщение данных на разных людей, социальные условия и большие периоды времени влечёт за собою рост неопределённости результата.

Внимание к анализу роли человеческого фактора должно повышаться при переходе от объектовых к местным, региональным, национальным и глобальным катастрофам. В результате проведенных исследований показано, что для имевших место аварий и техногенных катастроф на потенциально опасных объектах человеческий фактор является ведущим источником и причиной возникновения чрезвычайных ситуаций. Это подтверждается следующими данными [10]: в промышленном и гражданском строительстве из-за человеческого фактора происходит 55÷70% чрезвычайных ситуаций от общего числа случаев, на транспорте – 65÷85%; в энергетике – 45÷65% (в атомной энергетике – 50÷80%); в горнодобывающей промышленности – 50÷65%; в металлургии – 40÷60%.

Население в зонах возникновения местных, региональных, национальных и глобальных аварийных и катастрофических ситуаций должно учитываться при анализе безопасности сложных технических систем как необходимый элемент, взаимодействующий с персоналом и операторами с использованием разрабатываемых правил поведения, инструкций и средств защиты. Проблемы поведения и функционирования населения на стадиях возникновения и развития чрезвычайных ситуаций следует рассматривать на основе анализа дополнительных особенностей восприятия населением реальных и мнимых быстро меняющихся опасностей. Основным методом исследования человеческого фактора в обеспечении безопасности сложных технических систем следует рассматривать *имитационное моделирование* [13] их состояний и режимов функционирования как для нормальных, так и для аварийных катастрофических ситуаций. При этом имитационное моделирование должно

включать многовариантное взаимодействие человека, технической системы и среды жизнедеятельности с определением важнейших критериев безопасности.

По признаку объекта воздействия природно-техногенных катастроф часто выделяют *экологическую и гуманитарную катастрофы*.

*Экологическая катастрофа* — это явление, характеризующееся необратимым разрушительным воздействием на окружающую природную среду какого-либо региона или местности, в том числе на всё живое, обитающее в пределах этого пространства, включая людей. Экологические катастрофы могут быть связаны как с аномальными природными явлениями (засухой, наводнением на большой территории, извержением вулкана и т.п.), так и антропогенным влиянием, включая и технические аварии крупного масштаба. Примерами таких крупных экологических катастроф могут служить: Чернобыльская катастрофа, в результате которой произошло радиационное загрязнение территории Украины, 70% территории Белоруссии и частично территории России, из сельхозоборота было выведено около 5 млн. га земель, вокруг АЭС создана 30-километровая зона отчуждения; гибель Аральского моря – на 2003 год площадь поверхности моря составляла около четверти первоначальной, объём воды – около 10%, абсолютный уровень воды снизился на 22 м; катастрофа с танкером «Экссон-валтис» в 1989 году в прибрежных водах Аляски, в результате которой из него вытекло более 11 млн. галлонов нефти, загрязнившей свыше 2600 квадратных миль морской акватории, 800 миль побережья, погибли тысячи птиц и морских животных; в результате взрыва нефтяной платформы «Deepwater Horizon» компании «Бритиш Петролеум» в Мексиканском заливе с апреля по сентябрь 2010 года из разрушенной нефтяной скважины вытекло около 5 млн. баррелей нефти, оказались загрязнены нефтью более 170 миль побережья в штатах Луизиана, Миссисипи, Алабама, Флорида, более 57000 кв. миль площади залива (около 24% от площади, находящейся под юрисдикцией США) закрыты для ведения рыболовной и туристической деятельности.

*Гуманитарная катастрофа* — это событие с трагическими последствиями для жизнедеятельности и существования населения в определённом районе, регионе, стране (голод, эпидемия, землетрясение, цунами, война и другое насилие в отношении

мирного населения и т.п.). В качестве примеров гуманитарных катастроф можно привести: гуманитарную катастрофу в Ираке в результате военной операции США, Великобритании и их союзников, начавшейся в марте 2003 года, которая привела к разрушению экономики страны и поставила под угрозу её территориальную целостность; гуманитарную катастрофу в Южной Осетии в результате нападения на неё Грузии в августе 2008 года, когда было произведено массовое разрушение жилых домов, общественных зданий и инфраструктуры в Цхинвале и во многих сёлах, погибло около 2 тыс. мирных жителей, многие жители получили ранения. Гуманитарные катастрофы также были зафиксированы в Косово, Либерии, Зимбабве, Республике Гаити, Киргизии и других странах. Для предотвращения гуманитарной катастрофы в зону бедствия направляют гуманитарную помощь.

Кроме указанных видов катастроф необходимо особо отметить *социальные катастрофы*, представляющие собой изменение социальной системы, приводящее к негативным результатам (потрясениям). Социальные катастрофы вызываются непродуманной управленческой или сознательной целенаправленной деятельностью по разрушению социальных общностей и государственных систем, изменению социально-политического строя, уничтожению народов, стран, политических союзов, цивилизаций. К социальным катастрофам ведут попытки осуществить различного рода утопии, претендующие на знание будущего. Социальные катастрофы, целиком определяемые социальными (экономическими, политическими, психологическими и иными) факторами, приводят к огромным человеческим потерям, деградации демографической и социальной структур общества, разрушению духовных основ жизни.

Возможны различные формы социальных катастроф. Они проявляются в революциях и контрреволюционных переворотах, войнах, конфронтационных противостояниях, бунтах, экономических и иных кризисах. Наиболее наглядно социальные катастрофы выражаются в революциях, которые часто ведут к деградации общества, массовому его безумию, к деформации человеческого поведения, разрушению фундаментальных духовно-нравственных основ жизни людей. И чем радикальнее революция, тем сильнее катастрофа,

что и показал опыт коммунистических революций XX в. Социальные причины катастроф накапливаются в силу критического обострения межклассовых, межнациональных, межрегиональных и т.п. противоречий. Политические противоречия возникают в политически структурированном обществе между партиями, движениями, организациями, иницирующими политические и протестные действия. Духовные противоречия вырастают на фундаменте столкновения систем информации, ценностей и мировоззрения. В последнее время резко интенсифицировались столкновения на религиозной почве. В качестве экономических предпосылок катастрофических явлений в условиях глобализации выступают спады промышленного производства, финансовые обвалы, снижение темпов экономического развития и жизненного уровня населения страны.

Все социальные катастрофы можно подразделить на несколько групп. К примеру, по времени протекания они бывают скачкообразные, лавинообразные, эволюционные или вялотекущие. По масштабу их подразделяют на локальные, национальные, региональные и глобальные.

Катастрофические последствия для народов имели политические кризисы, происходящие в XX–начале XXI вв: предвоенные политические кризисы, приведшие к мировым войнам 1914–18 гг. и 1939–45 гг.; послевоенные политические кризисы, происходящие в отдельных странах – СССР, России, Германии, Чехословакии, Польше, Афганистане, Индонезии, Ираке, Югославии, Украине, Ливане, Молдавии, Киргизии и др. Катастрофой европейского еврейства является гибель значительной части еврейского населения Европы (около 6 млн. человек) в результате организованного преследования и планомерного уничтожения евреев нацистами и их пособниками в Германии и на захваченных ею территориях в 1933–45 гг. Однако еще раз необходимо подчеркнуть, что крупнейшими социальными катастрофами XX в. являются Первая мировая война, Вторая мировая война и развал СССР – крупнейшая геополитическая катастрофа века – для большинства людей, живших в этой стране, для 25 млн. человек, оказавшихся за границей своей страны.

Катастрофический характер часто имеют экономические кризисы, которые приводят к

огромным хозяйственным потерям, резкому снижению жизненного уровня и благосостояния народа. Так в 1929 г. разразился жесточайший мировой экономический кризис, который продолжался до 1933 г. Промышленное производство во время этого кризиса сократилось в США на 46%, в Великобритании на 24%, в Германии на 41%, во Франции на 32%. Колоссальных размеров достигла безработица (1932 г.: США – 17 млн. чел., Германия – свыше 6 млн. человек). В последующем мировые экономические кризисы с тяжёлыми последствиями для народов повторялись в 1957–1958 гг., 1974–1975 гг. и начавшийся в 2008 г.

В данной работе приведены лишь некоторые наиболее значительные катастрофы, которые произошли за последнее столетие. В истории Земли и существования человеческой цивилизации великих катастроф было значительно больше. Во все исторические времена происходили землетрясения, извержения вулканов, наводнения, цунами, засухи, эпидемии чумы и холеры, войны и революции, крупные аварии на гражданских и военных объектах, экономические кризисы и др. Изучение источников и причин происхождения различных катастроф, их периодичности и возможных масштабов, закономерностей протекания, разрушительных сил и т.п. позволит в дальнейшем уменьшить возможные трагические последствия их для людей. Мощным инструментом научного изучения катастроф может стать имитационное моделирование, которое позволяет с помощью современной вычислительной техники исследовать гипотетические варианты развития при различных ключевых событиях и управляющих воздействиях. При этом исследование будет осуществляться путем эксперимента с моделью, а не с реальной системой. С 70-х гг. XX в. бурно развивается современная *теория катастроф* в форме универсального математического метода исследования любых скачкообразных переходов, их причин и путей установления нового равновесия [14].

### **3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Достижение устойчивого развития социальной системы требует решения задачи прогнозирования, предупреждения и устранения последствий чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате катастроф. Растущее количество различного рода природных, техногенных и социальных катастроф поставило вопрос об их системном

научном изучении для выявления структуры стихийных (случайных, неуправляемых) и определённых (детерминированных, управляемых) факторов и причин, разработки системной методологии предупреждения возможных потерь. Для решения задачи обеспечения безопасности человека, общества и природной среды в чрезвычайных ситуациях, возникающих в результате катастроф, также требуется определение количественных характеристик возможных опасностей и формирование критериев безопасности.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Шойгу С.К., Воробьёв Ю.А., Владимиров В.А. Катастрофы и государство. - М.: Энергоатомиздат, 1997, 160 с.
2. Катастрофы конца 20 века / Под общ. ред. В.А. Владимирова. - М.: УРСС, 1998, 398 с.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения: ГОСТ 22.0.03-97. - М., 2000.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий: ГОСТ 22.0.06-97. - М., 2000.
5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения: ГОСТ 22.05-97. - М., 2000.
6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров: ГОСТ 22.0.07-97. - М., 2000.
7. Самые грандиозные катастрофы. - М.: Рипол Классик, 2001, 576 с.
8. Осипов В.И. Оценка и прогнозирование рисков природных катастроф на территории России (доклад на заседании Президиума РАН 17.2.2004 г.) - М.: ИГЭ РАН, 2004, 46 с.
9. Олейник Т.Ф. Великие природные катастрофы: наводнения, землетрясения, вулканы, торнадо. - М.: Феникс, 2006, 254 с.
10. Безопасность России: Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты: Человеческий фактор в проблемах безопасности / Под ред. Н.А. Махутова. - М.: Знание, 2008.

11. Турчин А.В. Структура глобальной катастрофы. - М.: УРСС, 2008.
12. Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф. - М.: Науч. мир, 2009, 692 с.
13. Павловский Ю.Н., Белотелов Н.В. Бродский Ю.И. Имитационное моделирование. - М.: Академия, 2008, 236 с.
14. Арнольд В.И. Теория катастроф. -3 изд.- М.: Наука, 1990, 128 с.

**Баришполец Виталий Анатольевич,**  
действительный член РАЕН, д.ф.-м.н., в.н.с.,  
ВЦ им. А.А.Дородницына РАН  
119333 Москва, ул.Вавилова, 40,  
тел. (499) 135-2489, wcan@ccas.ru.

## SYSTEM ANALYSIS OF TAKING PLACE IN WORLD CATASTROPHES

**Barishpolets V.A.**

*Dorodnicyn Computing Centre of the Russian Academy of Sciences,  
Vavilova str., 40, 119333 Moscow, Russia  
tel. +7(495) 135-2489, e-mail: wcan@ccas.ru*

The problems of systemic study of catastrophes are considered, their classification is given on various grounds, the sources and causes of the origin of catastrophes, their main characteristics are considered: gauge, periodicity, laws of existence, destructive forces and consequences. Guidance on the prediction and prevention of catastrophes, quantify the risks associated with catastrophes, as well as estimation of the role of human factors in the occurrence of man-made catastrophes is given. Formulated as the basis for developing tools and methods of forecasting, warning and prevention (if possible) catastrophes, notice system of possible hazards and protection against them in order to reduce human casualties, material losses and environmental damage, as well as, emergence services and liquidation means of consequences of catastrophes.

*Keywords:* classification of catastrophes, the characteristics of catastrophes, risks assessment, forecasting techniques, notice systems, protective equipment, services elimination of consequences.

*Bibliographies – 14 references*

*Received 10.06.2010*