**ПРЕДИСЛОВИЕ**

Жизнь современного человека неразрывно связана с использова­нием различных технических систем — в образовательном учрежде­нии, на производстве, в быту. При этом каждая техническая система, будь то компьютер, станок, автомобиль или целый прокатный стан, потенциально опасна. Опасность исходит как от самой технической системы,, так и от пользователя этой системой. Эти опасности бывают обусловлены несовершенством конструкции, дефектом, изношенностью, интенсивным режимом работы технической сис­темы, а иногда являются следствием человеческого фактора — непра­вильной эксплуатацией, ошибками в управлении, несоблюдением мер и правил безопасности. Особую опасность представляют техни­ческие системы на производстве. Перечень опасностей, которым подвергается человек на производстве, весьма значителен. Только негативных факторов, воздействующих на человека в процессе про­изводственной деятельности, насчитывается более 100. Реализуясь в пространстве и времени, эти опасности способны привести к произ­водственной аварии (катастрофе), стать причиной несчастных слу­чаев и профессиональных заболеваний. Поэтому знание производ­ственных опасностей и способов защиты от них становится жиз­ненно важным для современного человека.

При этом следует учитывать, что абсолютную безопасность на производстве обеспечить невозможно. В тоже время потенциальные производственные опасности не означают, что они неотвратимо реа­лизуются. Кроме того, в случае реализации той или иной потенциальной производственной опасности они могут привести в зависимости от действий операторов к различным по масштабам послед-

В целях профилактики производственных опасностей и защиты от них, обучения безопасному труду и поведению на объектах экономики и написан этот учебник.

**ВВЕДЕНИЕ**

В процессе эволюции человек, стремясь наиболее эффективно удовлетворять свои потребности в пище, материальных ценностях, защите от климатических и погодных воздействий, непрерывно воз­действовал на естественную среду обитания, и прежде всего на био­сферу. Для достижения этих целей он преобразовал часть биосферы в территории, занятые техносферой.

**Техносфера** — регион биосферы в прошлом, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия техниче­ских1 средств в целях наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям.

Техносфера, созданная человеком с помощью технических средств, представляет собой территорий, занятые городами, посел­ками, сельскими населенными пунктами, промышленными зонами и предприятиями. К техносферным относятся условия пребывания людей на объектах экономики, на транспорте, в быту, на территориях городов и поселков, а

Человек находится в теснейшей связи с техносферой. Эта связь проявляется в процессах его жизнеобеспечения в быту, обществен­ной и культурной жизни, учебе, спорте и, конечно, в труде. Труд как целенаправленный процесс взаимодействия человека с техносферой является объектом исследования многих естественных и общественных наук — политэкономии, философии, гигиены труда, эргономики, социологии, инженерной психологии и др. Прежде всего труд является объектом исследования **физиологии** — науки, изу­чающей процессы, протекающие в живом организме. В состав этой науки входит дисциплина «физиология труда», изучающая законо­мерности протекания физиологических процессов и особенности их регуляции при трудовой деятельности человека.

В задачи физиологии труда входят изучение физиологических процессов, т.е. состояния и изменения жизненных функций орга­низма человека в процессе его трудовой деятельности, и на осно­вании этого разработка мероприятий, направленных на повышение работоспособности и общего жизненного тонуса, а также укрепления здоровья работающих.

Наряду с физиологией труда важное место во взаимодействии человека с техносферой занимают вопросы, связанные с обеспече­нием комфортных условий жизнедеятельности — микроклимата, освещения и др. Производительность труда, качество и себестои­мость выпускаемой продукции, производственный травматизм и профессиональные заболевания рабочих и служащих напрямую зави­сят от условий труда. Поэтому одной из важнейших задач в области обеспечения безопасности человека в техносфере являются контроль и поддержание на требуемом уровне параметров производственной среды.

В процессе трудовой деятельности на человека воздействуют опасные и вредные производственные факторы, исходящие прежде всего от технических систем. Любая техническая система потенци­ально опасна и способна выйти из строя как в результате аварии, обусловленной дефектом при сборке, интенсивным режимом работы, износом и т.п., так и по вине самого человека, его ошибочных дей­ствий, неверных решений. Поэтому знание опасностей, исходящих как от самих технических систем, так и от операторов технических систем, а также способов защиты от этих опасностей — необходимое условие безопасной жизнедеятельности человека в техносфере.

В целом безопасность жизнедеятельности человека в техносфере достигается за счет управления — планирования, организации и конт­роля безопасной производственной деятельности всех отраслей, объ­единений, предприятий и организаций страны независимо от форм собственности. Можно сказать, что безопасность жизнедеятельности достигается правильными и своевременными управленческими решениями в масштабах страны, в отраслях и на отдельных произ­водственных объединениях, предприятиях и организациях, доведе­нием этих решений до конкретных исполнителей и надлежащим контролем за их исполнением.

**УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ**

**Управление безопасностью жизнедеятельности в техносфере** — это целенаправленная деятельность государственных, отраслевых орга­нов и ведомств, а также отдельных объединений, организаций, кол­лективов по обеспечению нормальных условий жизнедеятельности людей, их защите от любых опасностей и вредных факторов, пред­отвращению чрезвычайных ситуаций техногенного характера и лик­видации их последствий.

Основой управления является решение, которое определяет поря­док и способы принимаемых действий и мер по обеспечению без­опасности жизнедеятельности в техносфере. Можно сказать, что обеспечение безопасности жизнедеятельности в техносфере в конеч­ном счете определяется правильностью и своевременностью прини­маемых управленческих решений, оформляемых в нормативно-пра­вовые акты (Теоретические основы выработки решений приведены в Приложении 1).

Проблема техногенной безопасности связана с ростом мировой экономики: с одной стороны, с непрерывным увеличением числа производственных мощностей и увеличением объемов производст­ва; с другой - с усложнением промышленных технологий.

Факторами роста техногенной опасности выступают, во-первых, нерациональное, с точки зрения безопасности, размещение некоторых потенциально опасных объектов производственного на­значения, хозяйственной и социальной инфраструктуры. Это харак­терно доя многих стран мира, но в особенности для развивающихся государств и государств переходного типа, включая Россию.

Во-вторых, имеют место просчеты в технической политике проектирования, строительства, модернизации и эксплуатации по­тенциально опасных объектов, упадок проектно-конструкторского дела и качества труда, низкое качество прикладных исследований, проектирования, производства и произведенной продукции.

В-третьих, распространены технологическая отсталость произ­водства, низкие темпы внедрения ресурсоэнергосберегающих и дру­гих технически совершенных и безопасных технологий. Повсемест­но наблюдается значительный износ средств производства, дости­гающий в некоторых случаях предаварийного уровня.

В-четвертых, снижение профессионального уровня работ­ников, культуры труда, уход квалифицированных специалистов из производства, проектно-конструкторского дела, прикладной науки, упадок ответственности должностных лиц, снижение уровня производственной и технологической дисциплины.

Сюда же следует отнести несовершенство нормативно-правовой базы по вопросам техногенной безопасности. Владельцы потенциально опасных предприятий не принимают достаточных мер, а порой и совсем игнорируют работу по предотвращению ава­рий на них, предупреждению возможного ущерба, защите персонала и населения, проживающего вблизи потенциально опасных объ­ектов. Надзор за состоянием потенциально опасных объектов не­достаточен, системы контроля наличия опасных или вредных фак­торов ненадежны, малочисленны или отсутствуют вовсе.

Снизился уровень техники безопасности на производстве, транспорте, в энергетике и сельском хозяйстве. Значительная часть систем технологического контроля, технической диагностики, без­аварийной остановки производства, аварийного оповещения, лока­лизации или подавления аварийных ситуаций малоэффективна, а на некоторых потенциально опасных производствах такие системы технологической безопасности не созданы вообще. За последние го­ды резко снизились объемы производства индивидуальных средств защиты для персонала и населения. Не завершено построение и не налажено нормальное функционирование систем декларирования и лицензирования деятельности по созданию и эксплуатация потен­циально опасных объектов хозяйственного назначения. Недоста­точно широко поставлено дело страхования техногенных рисков. Экономические трудности вынуждают предприятия промышлен­ности, энергетики, транспорта, сельского хозяйства сокращать чис­ло работников сферы обеспечения безопасности. Перечисленные причины аварийности характерны для современного состояния экономики России, многие из них действуют также в производст­венных сферах развивающихся стран. Негативные факторы, обу­словленные ростом масштабов мировой хозяйственной деятельно­сти, универсальны и не обходят своим воздействием даже передо­вые в техническом отношении государства.

Для оценки потенциальной техногенной опасности важно выделить потенциально опасные объекты. По степени потенциальной опасности, приводящей к техногенным катастрофам в сфе­ре гражданского хозяйственного комплекса, можно отметить объ­екты ядерной, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности, инженерные сооружения (плотины, эстакады, нефтегазохранилища), транспортные системы (аэрокосмические, наземные, надводные), перевозящие опасные грузы и большие мас­сы людей, магистральные газонефтепродуктопроводы. Сюда же относятся такие опасные объекты оборонного комплекса, как ра­кетно-космические и авиационные системы с ядерными и обычными зарядами, атомные подводные системы с ядерными и обыч­ными зарядами, надводные суда, крупные склады обычных и хи­мических вооружений. Типы и параметры поражающих факторов при авариях на этих объектах могут изменяться в весьма широких пределах.

Для оценки уровня техногенной безопасности в XXI в. должно быть учтено, что в мировой техногенной гражданской и оборонной сфере насчитывается до тысячи объектов ядерной техники мирного и военного назначения, более 50 тыс. ядерных боеприпасов, до 80 тыс. тонн химических боеприпасов, сотни тысяч тонн взрывопожароопасных, сильно действующих ядовитых веществ, десятки тысяч объектов с высокими запасами потенциальной и кинетической энер­гии, энергии газов и жидкостей.

В России наибольшую опасность в техногенной сфере пред­ставляют радиационные и транспортные аварии, аварии с выбро­сом химически и биологически опасных веществ, взрывы и по­жары, гидродинамические аварии, аварии на электроэнергетиче­ских системах и очистных сооружениях.

Наиболее часто аварии, сопровождаемые взрывами, пожа­рами и обрушениями, происходят на предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также на объектах жилого и социально-бытового назначения.

На предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности крайне медленно осуществляется модернизация технологических установок; износ основного оборудования производств, созданных в 60-х и начале 70-х гг., составляет свыше 70%. Многие нефтеперера­батывающие установки не оснащены средствами противоаварийной защиты и локализации выбросов. Серьезную угрозу для населения и окружающей среды представляют предприятия по хранению нефти и нефтепродуктов, расположенные в городах.

В Российской Федерации находится в эксплуатации около 300 тыс. км магистральных трубопроводов, в том числе 150 тыс. км газопроводов, 49 тыс. км нефтепроводов, 25 тыс. км продуктопроводов. Аварийность на магистральных нефте-газопродукто-проводах продолжает расти. Высока аварийность и на промысло­вых трубопроводах. Ежегодно на них происходит 40-50 тыс. ава­рий. При этом имеют место значительные потери нефти, внутри-почвенные нефтеобразования. При среднем сроке службы трубо­проводов в 20 лет, 12% трубопроводов находятся в эксплуатации 35 и более лет, 32% - более 20 лет, 30% - 15-20 лет. Модернизация трубопроводного транспорта идет неудовлетворительно. Объемы профилактических ремонтов не превышают 5% потребности. В перспективе, в связи с предстоящим развертыванием нефте- и га­зодобычи на российском шельфе, острота проблемы безопасности трубопроводов в местах и с мест добычи резко возрастет.

Продолжает оставаться высокой аварийность на других ви­дах транспорта. Среднегодовое число транспортных происшест­вий превысило 150 тыс., а число жертв колеблется в пределах 20-40 тыс. человек. В России число погибших пассажиров и членов экипажей на 1 млрд. пассажиро- километров составляет: на авто­мобильном транспорте - 30-35 (что намного выше, чем в разви­тых странах мира), на авиационном - более 1, на железнодорож­ном - 0,02-0,03.

Не снижается опасность возникновения гидродинамических аварий. На территории Российской Федерации эксплуатируется более 30 тыс. водохранилищ и несколько сотен накопителей про­мышленных стоков и отходов. Имеется около 60 крупных водо­хранилищ емкостью более 1 млн куб. метров. Острой является проблема обеспечения безопасности гидротехнических сооруже­ний. Эти сооружения на 200 водохранилищах и 56 накопителях от­ходов эксплуатируются без реконструкции более 50 лет и находят­ся в аварийном состоянии. Находясь, как правило, в черте крупных населенных пунктов или выше их и являясь объектами повышен­ного риска, такие гидротехнические сооружения при разрушении плотин могут привести к катастрофическому затоплению обшир­ных территорий, населенных пунктов, объектов экономики, гибе­ли людей, длительному прекращению судоходства, сельскохо­зяйственного и рыбопромыслового производства.

Существенные угрозы безопасности и нормальной жизни населения несет нестабильная работа систем жизнеобеспечения, объектов коммунального хозяйства. Существующие мощности практически по всем регионам и населенным пунктам России не­достаточны и не отвечают нормативным требованиям. За послед­ние 10-15 лет физический износ объектов социальной инфраструк­туры возрос в 1,7 раза и в большинстве городов и населенных пунктов достиг критической величины - 50-70%. Ветхость сис­тем обеспечения стала фактором постоянной опасности возник­новения ЧС на объектах жилищно-коммунального назначения[[1]](#footnote-1).

Особую угрозу в осенне-зимний отопительный период созда­ют аварии на системах теплоснабжения городов. Это происходит из-за того, что предзимние работы в полном объеме систематиче­ски не выполняются, а также вследствие нехватки топлива. Каж­дую зиму без центрального отопления остаются целые жилые квар­талы с десятками тысяч жителей.

Не только в России, но и в мире в целом предполагается фор­мирование новой модели государства, уже не просто правового и социального, но «социоприродного», «экологического», «устойчи­вого», которое само подвергнется изменениям под влиянием пере­хода на путь устойчивого развития. Такое государство обязано не только эффективно организовывать жизнь людей, удовлетворять их разумные жизненные потребности, гарантировать права и свободы каждого человека, но обеспечивать безопасность своих граждан и заботиться об обеспечении таких же возможностей для всех после­дующих поколений. Приоритетными в деятельности государства должны стать вопросы безопасности, сохранения и улучшения ок­ружающей природной среды, разумного освоения природных ре­сурсов. Это принципиально новые функции государства которые совсем не просто выполнить, ибо государства всех предыдущих моделей либо, в лучшем случае, лишь декларировали эти функции в своих законах, никогда не реализовывая их, либо считали, что они не требуют соответствующего законодательного оформления и их выполнение как бы само собой разумеется.

об охране окружающей среды. Попробуем и мы поговорить на эту тему, но уже с учетом того, что сказано в первой части нашего по­вествования.

Слова «опасность» и «безопасность» относятся к наиболее часто употребляемым. Ими пользуются постоянно простые люди, их за­таскали политики, с экранов телевизора тоже толкуют каждый день об опасностях и безопасности. Что же при этом имеется в виду? Даже беглый взгляд показывает, что все эти люди имеют в виду, во­обще говоря, разные вещи.

Нет согласия и среди ученых. Действительно, обратимся, на­пример, к недавно принятому Государственному стандарту Россий­ской Федерации. Аспекты безопасности ГОСТ Р51898-2002 РФ по проблеме безопасности. Дата введения 2003-01-01!

В этом документе опасность определяется как потенциальный источник возникновения ущерба, безопасность — как отсутствие недопустимого риска. С точки зрения «ключевого слова», опас­ность идентифицируется с источником, а безопасность рассматри­вается как отсутствие чего-то. Кстати, «недопустимый риск» также требует своего определения

В других литературных источниках под термином «опасность» понимается ситуация в окружающей человека среде (природной и социальной), в которой при некоторых условиях (случайного или детерминированного характера) возможна реализация нежелатель­ных событии (военного, технического, природного, экономическо­го или социального характера — аварий, стихийных бедствий, эпи­зоотии, эпидемий, экономических или социальных конфликтов и т. д.), и, как следствие, возникновение в окружающей среде тех или иных угроз, способных привести к нежелательным последствиям — ущербу для личности, общества, природной среды. Опасность — это ситуация, постоянно присутствующая в окружающей среде, но характеризующаяся только потенциальной возможностью к воз­никновению чрезвычайной ситуации (ЧС).

Мало того, что это очень длинное определение, оно еще и мало­вразумительно, потому что «обставляет» этот термин многими дру­гими, требующими также своего определения. Попробуйте опреде­лить, например, слово «ситуация» и у вас немедленно возникнут за­труднения. Но все же видно, что здесь опасность — это, прежде всего, ситуация.

Есть и другие определения опасности, мы не будем их приво­дить. Ясно, что науке хотелось бы попробовать обобщить это поня­тие, сделать его общепринятым, универсальным, применимым, если не ко всем, то хотя бы к большинству сфер деятельности че­ловека.

Затруднения с толкованием понятия опасность связаны с тем, что все, кто пытается дать это определение, сами того не ведая, рас­суждают в рамках логики Аристотеля. Они всячески стремятся от­ветить на вопрос, а чем же является опасность. Но мы уже говорили в первой части, к чему это приводит. Вспомним, что идентифи­кационное «является» придает статичность этому понятию и вы­нуждает давать ограниченное конкретной ситуацией определение опасности. Отсюда такое обилие определений и даже отождествле­ние опасности и ситуации.

Зададимся вопросом, опасность — это самостоятельное сущест­вительное, или оно имеет смысл только рядом с глаголом — де­йствием? По нашему мнению верно второе. И вот почему. Понятие опасности неразрывно связано с дальнейшим развитием процес­сов. Все зависит от того, кто (что) участвует в процессе и как про­цесс развивается. Ведь никто не будет отрицать, что опасности воз­никают и исчезают. Таким образом, понятие опасности — это динамическое понятие, а не статическое. Это приводит нас к необ­ходимости определить опасность, связав ее с процессами, а не со структурой.

Возможный подход состоит в следующем. Попробуем опреде­лить опасность как существование (в смысле глагола) угрозы от че­го-то чему-то, от чего-то кому-то, от кого-то кому-то и от кого-то чему-то. Тогда логично подразделить опасности на три вида:

1) опасности реальные( проявленные);

2 ) опасности потенциальные;

3) опасности мнимые.

Опасности реальные — это, прежде всего, очевидные, объ­ективные опасности, существование которых подтверждено всей практикой человеческой деятельности. Примеров больше чем до­статочно.

Опасности потенциальные, а с ними мы постоянно имеем де­ло — это опасности нам известные, могущие проявиться при опре­деленных обстоятельствах. Здесь тоже каждый желающий может найти массу примеров.

Наконец, опасности мнимые. Под мнимыми опасностями надо понимать такие, которые существуют потенциально, но нам они не известны, это не выявленные опасности, иначе говоря, мы о них ничего не знаем, но они существуют, либо опасности, о которых мы знаем, но считаем, что ими можно пренебречь. Разумеется, это деление тоже достаточно условно, так как развиваться процесс мо­жет разными сценариями и в плане деления опасностей на виды, один вид опасности может переходить в другой и — наоборот.

Но вот, что сейчас важно. Такое определение опасности легко увязать с понятием вероятности и ввести шкалу количественной оценки опасности посредством оценки вероятности. Такая шкала легко воспринимается человеческим сознанием и, как мы покажем ниже, может быть представлена множеством численных значений, лежащих в диапазонах 0—1, или 0 — 10, или 0 -100.

Обратимся теперь к определению понятия «безопасность». Начнем с критики. В ряде документов и Законов, безопасность определяется посредством слова «состояние». Например, «Безопас­ность человека, общества, окружающей человека природной среды в условиях возможных ЧС — состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, защищенности окружаю­щей природной среды от угроз, присущих той или иной ЧС при­родного и техногенного характера». Аналогичное определение бе­зопасности содержится в Законе об охране окружающей среды.

Слово «состояние» и в том, и в другом случае, является ключе­вым. Но давайте подумаем над тем, что такое «состояние».

В физике термин «состояние» имеет четкий и ясный смысл. Так, например, состояние материальной точки однозначно опреде­ляется заданием двух параметров — координаты и скорости (им­пульса). Состояние идеального газа определяется уже заданием пя­ти параметров — давления, объема, температуры, массы газа и его химического состава. Состояние электрона в атоме определяется заданием его вектора состояния (волновой функции) с соответству­ющими квантовыми числами. Эти примеры можно продолжить и не только из физики. Говоря о состоянии здоровья человека, врачи тоже указывают ряд параметров — давление, температуру тела, со­став крови и множество других. То есть даже медицина слово состо­яние понимает как задание совокупности параметров, определяю­щих это состояние.

Приведенные примеры относятся к нашим модельным пред­ставлениям о состоянии того или иного объекта. Физика оперирует достаточно простыми и ясными моделями. И в этом потрясающая сила этой науки. Недаром говорят — физика сильна своей методо­логией.

Что касается медицины, то тут дело сложнее, это подтверждает­ся тем, что очень часто на основании анализов медики все равно за­трудняются поставить диагноз и довольно часто ошибаются. Это говорит о том, что привлеченных параметров оказывается недоста­точно для определения состояния человека, либо не они являются определяющими.

Тогда мы вправе задать вопрос — как описать состояние объек­та, который в нашем случае представляет собой сложную социаль­но-техническую и биологическую систему? Мы берем на себя сме­лость заявить, что пока этого никто не знает. Чтобы описать состо­яние сложного объекта тоже надо привлечь параметры. Но сколько их должно быть? Какие из них главные, значимые? Какие из них внешние, а какие внутренние, каково соотношение между ними? Вряд ли у тех, кто давал определение «безопасности» есть ответы на эти вопросы. И вряд ли они знакомы с одной из теорем Геделя, ко­торая утверждает, что состояние сложного объекта в детерминиро­ванном виде описать не представляется возможным.

Может быть, безопасность имеет смысл определить через опас­ность? Ведь безопасность — это противоположность опасности, то есть ее отсутствие. Но как оформить это утверждение на вербаль­ном уровне и на языке формул, то есть количественно? Опять обра­тимся к примерам. В физике есть понятие упругости, обратная величина носит название податливости. Далее, всем хорошо извес­тное понятие электрического сопротивления имеет свою противо­положность — проводимость. Понятие вязкости имеет свою проти­воположность — текучесть. Эти и другие примеры говорят о том, что в количественном отношении опасность и безопасность могут рассматриваться как обратные величины. Значит, если мы опреде­лим опасность количественно, то оценка безопасности превраща­ется в простую арифметическую процедуру. Мы еще вернемся к этому вопросу, а пока попробуем, не влезая в лингвистические деб­ри, сформулировать понятие безопасности.

***Безопасность — это совокупность условий и факторов, обеспечи­вающих защищенность социума и природы от природных, техногенных и социальных катаклизмов, катастроф и действий, способных нанес­ти ущерб человеку.*** Обратите внимание, что мы обошлись без слова «состояние». Причем вложили в наше определение более широкий смысл. В чем это выражается? На сегодняшний день выделяют око­ло двадцати основных видов безопасности — государственную, военную, экономическую, продовольственную, технологическую, экологическую, информационную и т. д. Лингвистическая экви­либристика заключается в том, что наше определение безопасности и шире, и гибче, так как говорит о том, что разные виды безопас­ности должны обеспечиваться разными факторами и в разных условиях. Действительно, наличие ядерного оружия выступает как фактор, обеспечивающий военную безопасность. Обеспечение же экологической безопасности должно достигаться не ядерным ору­жием, а другими средствами.

Сделаем ряд замечаний. Так как «опасность» по одному из определений трактуется как «ситуация», то вполне понятно, что многие авторы связывают опасность с чрезвычайной ситуацией (ЧС), правда при этом сторонники такого определения тут же ого­вариваются и говорят о различиях в понятии опасности и понятии ситуации. Как следствие этого, при количественной оценке ЧС возникает ряд трудностей, так как необходимо учитывать не только вероятность реализации опасности, но и степень уязвимости об­щества к угрозам, обусловленным реализацией рассматриваемой опасности.

Термин «безопасность» любому человеку представляется впол­не понятным, однако на практике это понятие каждый понимает по-своему и зачастую трактует его как ему удобнее и выгоднее. В Толковом словаре В. Даля «безопасность — отсутствие опасности; сохранность, надежность». В советскую эпоху в академическом Словаре современного русского языка это понятие трактовалось так же, но в несколько урезанном виде — «как отсутствие опас­ности, сохранность».

Наиболее общее понятие «безопасность» употребляется приме­нительно ко многим процессам. Оно отражает не только присущие конкретному случаю специфические признаки безопасности субъ­екта и объекта, но включает в себя нечто общее, что и позволяет ис­пользовать это понятие в различных областях.

Безопасность с момента зарождения человечества является важ­нейшей потребностью человека. Как философская категория она выступает формой выражения жизнеспособности и жизнестойко­сти объектов материального мира. Однако столь прямолинейно упрощенное, чисто лингвистическое толкование данного понятия как отсутствие опасности или как «отсутствие угроз приобретен­ным ценностям», или как условие жизнедеятельности личности, общества и государства, представляется неправомерным, посколь­ку при этом как бы подразумевается возможность достижения по­добной идеальной ситуации. С точки зрения количественной оцен­ки это означает, что безопасность должна равняться бесконечнос­ти, что конечно, недостижимо. Если вспомнить наши рассуждения о человеческом мышлении и о человеческом сознании, то у безо­пасности есть объективная и субъективная составляющие и безо­пасность является одновременно и денотацией и коннотацией. По­этому категория «безопасность» — относительна и смысловое зна­чение приобретает только в связи с конкретными условиями, факторами, объектами или действиями.

**2.4. Определение понятия «риск»**

Понятие **риск** с древнейших времен известно практически каждому человеку и на бытовом уровне применяется наиболее часто в качестве приближенной оценки опасности (вероятности) срыва или невозможности реализации задуманного действия, ме­роприятия или процесса в целом или в отдельных их частях в самых разнообразных сферах человеческой деятельности.

Упоминание о риске мы находим в трудах Аристотеля, Плато­на, других древних и более поздних философов и исследователей. Мы слышим это слово в речах политиков, военных, финансистов, экономистов, спортсменов, медиков, представителей многих дру­гих профессий.

Не смотря на то, что понятие риска столь широко и давно известно и применяется в различных областях человеческой дея­тельности, до сих пор не существует общепринятого его определе­ния. Неоднозначна также роль риска как специального показателя оценки возможности реализации того или иного события. Расхож­дения здесь столь значительны, что по сути дела являются противо­положностями. Так, встречаются подходы, в которых риск и его оценка играют решающую роль. В то же самое время, достаточно заметное количество специалистов, в том числе и в области риска и методов его расчета, придерживаются мнения о нецелесообразно­сти применения этого показателя для оценки возможности реали­зации того или иного события, считают риск малоинформативной характеристикой.

Слово «риск» как утверждают филологи, появилось в европей­ских языках довольно поздно, только в конце XV века. Еще позже оно проникло в Россию и его первоначальное толкование означало «удаль», «отвагу», «действия на авось» (Словарь Даля). Основными сферами его применения стали мореплавание и торговля. Пример­но с этого времени возникло интуитивное различие между «опас­ностью» и «риском». Один из современных специалистов по риску формулирует его следующим образом: «Здесь есть две возможнос­ти. Либо возможный ущерб рассматривается как следствие реше­ния, то есть, обусловлен принятым решением. Тогда мы говорим о риске как о риске решения. Либо же считается, что причины риска вовне, то есть вменяются окружающему миру, и тогда мы говорим об опасности».

Наличие столь разных точек зрения вполне понятно, так как при расчете риска, определяемого, например, как мера вероятности нанесения заданного ущерба, конечный результат сильно зависит как от числа стартовых параметров, вводимых в расчет, так и от самого способа расчета риска. Так, например, в США существуют методики расчета риска возникновения аварий на промышленных предприятиях, в которых число стартовых параметров превышает тысячу единиц. Порой при расчете риска разными методами воз­никновения одного и того же события могут получиться принципи­ально отличные результаты.

Тем не менее, риск как показатель и его оценка, приобретают в наше время все более широкое распространение и значимость, что указывает на необходимость достижения консенсуса в толкова­нии понятия риск и совершенствовании и унификации методов его расчета.

***Понятие «риск» как сложное многогранное социально-полити­ческое явление объективно носит конкретно-исторический харак­тер и тесно связано с категорией «безопасность». Перед современ­ной наукой стоит актуальная проблема формирования системы знаний о безопасности человека и риске. В этой системе знаний должна занять достойное место формализованная наука о риске с соответствующими базовыми принципами и методологией.***

В науке и в повседневной жизни существуют не только разли­чия в понимании содержания понятия «риск», но и разные точ­ки зрения по поводу объективной и субъективной природы риска. Это выражается в том, что на сегодняшний день можно насчи­тать несколько десятков определений риска. А некоторые авторы утверждают, что число определений превысило сотню!

В одном из подходов к проблеме риска исходят из предпосылки, что риск — категория объективная, которая позволяет регулиро­вать отношения между людьми, трудовыми коллективами, органи­зациями и другими субъектами общественной жизни, возникаю­щими вследствие превращения возможности в действительность. Риск при этом рассматривается как понятие, представляющее собой «возможную опасность случайного наступления отрицательных (личных и имущественных) последствий».

Достаточно широко распространена субъективная концепция риска. Наиболее последовательно она разработана В. А. Ойгензих-том, который исходит из того, что риск всегда субъективен, по­скольку выступает как оценка человеком поступка, как сознатель­ный выбор с учетом возможных альтернатив. Субъективная кон­цепция ориентирована на субъект действия, учитывает осознание последствий, выбор варианта поведения, что обосновывает возло­жение соответствующих обязанностей или освобождение от них. Поскольку с точки зрения этой концепции проявление риска всег­да связано с волей и сознанием человека, то «риск — это выбор ва­рианта поведения с учетом опасности, угрозы, возможных после­дствий».

Обе концепции риска имеют право на жизнь. Однако когда речь идет о риске как специфической форме деятельности, социальном феномене, выполняющем регулирующую функцию на основе учета потребностей и интересов индивидов, социальных групп, трудовых коллективов, учреждений, организаций и т. д., более плодотворной для анализа реальной действительности представляется концепция риска, сочетающая в себе объективный и субъективный подходы.

Таким образом, сложность понятия риска определяется его комплексностью. Если в 1983 г. Британское Королевское Общество в своем отчете «Оценка риска» предложило на этот счет очень жес­ткие формулировки, то в 1992 г, в последующем отчете «Риск: ана­лиз, восприятие и управление» обоснование согласованных опре­делений оказалось невозможным, ввиду отсутствия согласия между участвовавшими в этой работе специалистами в области естествен­ных и общественных наук.

Главная трудность состоит в необходимости различения между реальным, объективным и измеримым риском, который подчиня­ется формальным законам математической статистики, и лишь ка­чественно воспринимаемым субъективным риском. Не вызывает сомнений, что проблема риска требует анализа также в социальном и культурном контексте. Это определяет ограниченную возмож­ность использования количественных оценок.

Ситуация еще более осложняется ввиду субъективности оценок в подходах к проблеме риска, продиктованной стремлением полу­чить поддержку. Профессор Т. Кили совершенно прав, отмечая, что «... ученые являются людьми и, если они видят возможность финансирования, они стремятся продемонстрировать, что их раз­работки ведут к «правильным» ответам... Сейчас политически пра­вильно полагать, например, что курение порождает рак легких, а выбросы человеком углекислого газа в атмосферу обусловливают «разгоняющееся» глобальное потепление...». Подобная ситуация становится опасной, когда научное сообщество объединяется для достижения такого рода целей.

Вернемся к проблеме определения риска, и помимо тех, что уже приведены выше, процитируем в качестве примера некоторые из придуманных нами и имеющихся в литературе.

***1. Риск — это мера опасности.***

***2. Риск — возможность возникновения неблагоприятных после­дствий, вызванных антропогенными и природными факторами.***

***3. Риск — вероятность того, что то или иное вещество или ситуация под воздействием определенных условий перейдут в категорию опасных. Риск представляет собой комбинацию трех факторов:***

* вероятность возникновения неблагоприятной ситуации (на­пример, участившиеся случаи заболеваний или травм опреде­ленного рода);
* последствия возникновения неблагоприятной ситуации;
* неопределенность в оценке как вероятности, так и величины последствий.

В других определениях указывается, что риск — комбинация еще большего числа факторов. Пока остановимся и отметим, что подавляющим числом специалистов признается, что риск — поня­тие сложное, комплексное, многогранное и, скорее всего, риск в равной мере включает как категории последствий, так и вероятно­сти возникновения нежелательных опасных событий.

Определений, как мы уже сказали, много, и очень часто они «подгоняются» под конкретную задачу или под конкретный вид де­ятельности. Что же можно предложить в такой ситуации? Можно ли найти новые формулировки, новые слова с понятным смысло­вым содержанием, позволяющими предложить определение риска более общего, универсального, характера?

Подойдем к этой проблеме следующим образом. Рассмотрим риск с разных точек зрения.

1. ***Риск с позиции процесса мышления. Тогда риск одновременно денотация и коннотация.***
2. ***Риск с позиции логики. Аристотелевская логика при поиске определения риска не годится. Нужна логика, содержащая «мо­жет быть».***
3. ***Риск с позиций математики. Риск — это вероятность. Что-то, связанное с неопределенностью.***
4. ***Риск с позиции физики. Риск не физическая величина. Нет приборов или аппаратуры, позволяющей «измерить» риск.***
5. ***Риск с позиции теории информации. Риск — объективное со­держание связи между взаимодействующими материальными объектами, проявляющееся в изменении состояний этих объек­тов. Риск — это запомненный выбор одного варианта из не­скольких возможных и равноправных. Риск — это мера незна­ния. Отсутствие необходимой информации или ее нехватка.***
6. ***Риск с позиций синергетики. Риск — это вероятность потери устойчивости на траектории движения системы к намеченной цели (к аттрактору).***
7. ***Риск с позиции теории размерности. Величина, имеющая или не имеющая размерность. Риск также может выражаться в де­нежном исчислении, в числе человеческих жертв, в частоте со­бытий и т. д.***
8. ***Риск с позиции отнесения к наукам. Риск — это междисципли­нарное понятие.***
9. ***Риск с позиции конкретного человека — индивидуальный риск. Понятие, зависящее от возраста, образованности, уровня куль­туры, возможностей и уровня сознания человека, а также от си­туации, в которой он находится.***
10. ***Риск с позиции социума. Общественный риск. Доминирующее в группе людей представление о значимости тех или иных опас­ностей.***
11. ***Риск с позиции экономической парадигмы. Выгодно — не вы­годно.***
12. ***Риск с позиции системы принятия решений. Инструмент управления.***
13. ***Риск как явление. Используется во многих естественных, гума­нитарных и общественных науках.***
14. ***Риск как прогноз. Попытка предсказания будущего в вероят­ностных терминах с учетом ущерба или потерь.***
15. ***Риск как результат. Игрок. Сознательный поиск опасных си­туаций.***
16. ***Риск как норма морали (нравственности). Ответственность за принятое решение.***

Подведем итоги. В настоящее время назрела необходимость со­здания общей теории риска как отдельной научной дисциплины. Потребность в научном подходе к обеспечению безопасности осо­бенно возросла сегодня вследствие резкого ухудшения экологичес­кой ситуации не только на региональном, но и глобальном уровне, а также неуклонного роста числа природных и антропогенных ка­тастроф.

Существует также острая потребность в социальном заказе на концепцию, методологию и методы, позволяющие на научной ос­нове принимать решения, реализация которых гарантировала бы приемлемый риск для общества в ходе экономического развития и исключала бы ухудшение качества окружающей среды, деградацию всей социально-экономической общественной системы, обеспечи­вала бы условия устойчивого развития.

К сожалению, пока как фундаментальная, так и прикладная на­ука, оказались не в состоянии предложить требуемую концепцию, разработать соответствующую методологию и внедрить методы для их реализации. Конечно, здесь имеются объективные трудности. Концепция и методология обеспечения безопасности должны учи­тывать широкий спектр экономических, социальных, технологиче­ских, экологических и других факторов. Пока не хватает данных, база знаний неполна, что всегда ведет к неопределенностям. Значи­тельные неопределенности имеются и в идентификации опасно­стей, и в количественной оценке возможного ущерба.

Теория риска должна стать инструментом управления и коли­чественного обоснования оптимального распределения материаль­ных и иных ресурсов общества на различные виды деятельности. Наибольшие трудности для теории связаны с принципиальной не­линейностью, обусловленной с процессами взаимодействия внутри человеческого общества и его взаимоотношений с окружающей средой.

**2.7. Классификация и определение**

**некоторых видов риска с точки зрения конкретного участника**

Под классификацией обычно понимают намерение втис­нуть что-то в уже имеющуюся схему. Однако под классификацией можно понимать задачу расстановки, размещения, расположения имеющихся данных, событий, явлений, процессов по определен­ным признакам. Иначе, классификация — это процесс упорядоче­ния. Так как упорядочение знаний — основная задача науки, то все науки стремятся непременно что-то классифицировать.

Можно ли классифицировать риски? Вопрос имеет смысл, так как классификация позволяет по-новому взглянуть на проблему и даже что-то предсказать. Такова, например, таблица Д. И. Менде­леева, которая не только объяснила периодичность в появлении одинаковых свойств химических элементов, но и предсказала три новых элемента, которые вскоре были открыты. Однако все попыт­ки классифицировать элементарные частицы, не смотря на то, что этой проблемой занимаются светлейшие головы человечества, пока не увенчались успехом.

Классифицировать можно по разным схемам. Например, по ие­рархическому уровню, попросту говоря, по масштабу проблемы. Тогда риски будут соответственно глобального, регионального, на­ционального и локального уровня. Это так называемая вертикаль­ная шкала. Такая классификация оправдана, и она действительно применяется повсеместно. Есть и так называемая горизонтальная шкала. Обычно под этим понимается классификация рисков по дисциплине исследования. При этом молчаливо принимается джентльменское соглашение, что все науки одинаково значимы. Остановимся на этом подробнее.

**Биологический риск.** Возникновение биологического риска мо­жет происходить двумя путями:

1. В первом случае опасность для живого организма находится вне его. К этой категории рисков относится возникновение эпиде­мий и экологические бедствия.
2. Угроза для живого возникает в самом организме. Сюда относят­ся риски, связанные с генной инженерией.

**Риск эпидемий**. Сегодня распространение различных инфекций достигло угрожающих масштабов. По данным ВОЗ стремительно шагает СПИД, грипп, малярия, кишечные заболевания, венеричес­кие болезни и т. д. Приоритетной задачей здесь специалисты счита­ют разработку новых вакцин. Однако это меры aposteriory. Возник­новение таких рисков пока не прогнозируется, так как отсутствует общая теория рисков.

**Технический риск.** Наиболее распространенный вид антропо­генного риска. Понимается очень широко — от риска сбоя в работе отдельного агрегата или детали до риска аварий и катастроф в пла­нетарном масштабе. Тесно связан с теорией надежности и теорией безопасности, в современной постановке вопроса — с безопас­ностью жизнедеятельности.

**Экологический риск.** Существует много определений экологиче­ского риска.

В общем плане экологический риск — это риск нарушения ди­намического равновесия в экологических системах, которое приво­дит к изменению параметров характеристик их абиотических и би­отических составляющих в результате природных процессов или техногенной деятельности.

Понятие риска в прикладной экологии (геоэкологии) связано с источниками опасности для экологических систем и процессов, в них протекающих, и может подвергаться целенаправленному воз­действию с целью управления величиной этого риска. Для ди­намических процессов, происходящих в экосистемах, критерии экологического риска адекватны оценке степени отклонения реа­лизуемой или ожидаемой траектории эволюции источников от оп­тимальной, то есть такой, при которой вред, нанесенный окружаю­щей среде, равен нулю или сведен к минимуму.

Сопоставление и сравнение расхождения траекторий имеет множество интерпретаций, но по своему смыслу именно это срав­нение может быть принято в качестве меры экологического риска, если речь идет о динамической постановке задачи. Нетрудно ви­деть, что в такой интерпретации мера экологического риска высту­пает как составляющая при оценке состояния и качества окружаю­щей среды и поэтому должна связываться с другими способами оценки этого состояния и качества.

При таком толковании экологического риска задача его опреде­ления и оценки возникает естественным образом в связи с необхо­димостью ответить на следующие вопросы:

* Что может быть нарушено в экосистеме в результате по­стоянной «накачки» в нее загрязняющих веществ и энергии в раз­личных видах?
* Каковы показатели этого нарушения?
* Каков риск появления нарушения?
* Какова степень его тяжести?
* Каковы последствия?

Сформулированные пять базовых вопросов задают соответ­ственно необходимые форматы представления агрегированной ин­формации и намечают пути и способы ее агрегирования посред­ством понятия риска.

Тот факт, что экологический риск своим происхождением обя­зан, в основном, хозяйственной деятельности человека, указывает на то, что экологический риск напрямую связан с состоянием и функционированием техногенных объектов. Это означает, что в ге­незисе экологического риска изначально заложено его соответ­ствие и корреляция техническому риску.

Для системы принятия решений, как показывает практика, по­лезным является увязка состояния объекта с состоянием окружаю­щей среды. При этом имеются в виду прежде всего экологические угрозы, в числе которых могут быть различного уровня аварии, хими­ческое, энергетическое (тепловое) загрязнение, воздействие элек­тромагнитных и акустических полей, опасные технологии и т. д.

Сделать это можно, применяя аналогии между состояниями технического объекта и качественными характеристиками эко­систем.

В приведенных ниже таблицах 2 и 3 представлена вспомогатель­ная информация, позволяющая целенаправленно организовать процедуру оценки экологического риска.

Определение и оценка экологического риска включает части, функционально связанные между собой:

1. информационный ресурс анализа экологического риска;
2. возможность взаимной трансформации информации, получен­ной на основе результатов оценки экологического риска и лю­бого другого способа описания экологического состояния рас­сматриваемого объекта.

Информационный ресурс анализа экологического риска, даю­щий возможность реализовать задачу теоретически, базируется на совокупности сведений из соответствующих областей знаний, на­бора статистических данных о работе промышленных предприятий и энергетических объектов, о состоянии здоровья населения и ре­зультатов расчета математических моделей различных процессов и явлений в рассматриваемом объекте.

Возможность взаимной трансформации информации, поступа­ющей в систему контроля за состоянием объекта, означает, что ин­формация должна быть конструктивной, то есть сопоставимой с оценками, получаемыми другими методами.

К экологическим рискам относят риски загрязнения окружаю­щей среды, риски разрушения биоты, перенаселения, истощения природных и пищевых ресурсов. Теперь к экологическим рискам относят риски электромагнитные и акустические. Особенно опасен

3) На национальном и даже на локальном уровнях вопросами обеспечения техногенной и экологической безопасности обыч­но занимаются разные структуры и разные ведомства. Это объ­ективно связано с тем, что научно-технические основы мер, действий и технологий по обеспечению этих двух видов безо­пасности существенно отличаются.

**Риски генной инженерии.** Опасная сторона генной инженерии состоит в том, что для ее «продукта» нет пути назад. Генетически модифицированный организм может размножаться, обмениваясь генетическим материалом, вызывая неожиданные эффекты в биос­фере. Вмешательство человека привело к тому, что генами стали обмениваться организмы, которые в природе этого не делают. Мо­гут возникнуть неожиданные побочные явления. Генетики и инже­неры стремятся уменьшить или игнорировать такой риск, но хоро­шо известно, что микроорганизмы могут обменивать генетический материал между разными видами живых существ. Сейчас в продаже на Западе имеется достаточно много продуктов с этикеткой ГМП — генетически модифицированный продукт. В России такого пред­упреждения практически нет. Безопасно ли потребление таких продуктов? Ответа на это вопрос пока нет. Уже обнаружено, что ГМП могут вызвать аллергические реакции. Известны даже смер­тные случаи. В ряде источников указывается, что кроме растений были созданы и «новые животные». Реализуются биотехнологиче­ские проекты, направленные на создание животных с заранее за­планированными свойствами. Таким образом, человечество входит в «новый мир». Но все научные разработки, успешно применявши­еся в биологии, в этой области в настоящее время практически не используются. Мы можем выпустить джина из бутылки и не заме­тить этого.

Выше мы уже говорили о видах риска — военном, экономиче­ском, информационном, медицинском и т. д. Их определения так­же отличаются друг от друга. Двигаясь дальше в плане классифи­кации, можно сказать, что стройной системы, где каждый риск занимает свое место, нет. В каждой области знаний или сферах че­ловеческой деятельности «изобретаются» все новые и новые виды рисков.. Некоторые из них — результат развития технологий и об­щего прогресса, другие могут быть и надуманными, лишенными какого-либо смысла.

Препятствием на пути построения, стройной классификации может служить тот факт, что человек не только генерирует новые риски, но и сами риски могут порождать также новые риски.

Например, риск + риск = новый риск. Или риск + защита = новый риск и т. д.

Следует сказать также, что новые технологии порождают, в принципе, те же риски, что и старые, но более высокого уровня, что позволяет говорить о существовании целого поколения рисков.

**Риски ядерной энергетики** — радиационный риск. Здесь пока от комментариев воздержимся.

**Риски техногенных и природных катастроф** (риски ЧС) можно классифицировать по уровню и масштабам их последствий и воз­можностям управления. В некоторых случаях классификация ве­дется с учетом уровня достаточности решения с точки зрения про­блемы управления рисками. Нужно сказать, что эти классифика­ции относятся к ситуации, которая образуется после свершения ЧС, то есть после того как, например, дом завалился, определяется масштаб катастрофы, число жертв, ущерб и т. д., и только тогда происходит соответствующая классификация.

Весь опыт человека показывает, что повторение видов катас­троф означает, что частично они могут предсказываться и управ­ляться на разных уровнях. Составляя такую классификацию видов катастроф, можно показать, что управление рисками этих катас­троф возможно только при определенном уровне организации че­ловека.

Так, человек или община способны при использовании всех ресурсов, находящихся в их распоряжении, организовать видовой образ жизни (питание, дыхание, движение, взаимодействие с окру­жающей средой), решить бытовые проблемы, применить опыт пре­дыдущих поколений, установить наблюдение за состоянием окру­жающей среды, избежать части природных и техногенных рисков. В то же время проблему, например, устойчивого социально-эконо­мического развития общества можно решить только на уровне го­сударства, а экологические и планетарные проблемы — только в со­ставе мирового сообщества землян.

Так как возможности любого государства ограничены', интегра­ция его с другими государствами представляется необходимой. Эта интеграция дает возможность управлять трансграничными и над­национальными рисками, что является необходимой предпосыл­кой для перехода на более высокий уровень управления. Хорошим примером международной интеграции может служить международ­ное сотрудничество в области наблюдения и исследований предвес­тников землетрясений, имеющих региональные и глобальные мас­штабы. Есть и другие крупные международные проекты.

Продолжая тему комплексности понятия риск, заметим, что важнейшими факторами любого типа риска являются:

1. опасные природные и техногенные явления;
2. уязвимость населения;
3. социальный и природный фон развития опасных явлений;
4. реакция населения на опасные явления, степень подготовлен­ности к ним.

Возможны, однако, и другие классификации, учитывающие, что риск от катастрофы, в том числе и техногенной, определяется двумя главными факторами:

* + самим опасным явлением (его спецификой, масштабом и т. п.) и
	+ уязвимостью населения (его реакцией, организацией мер пред­упреждения и т. п.).

Последняя зависит от целого ряда обстоятельств, в том числе — экономических, социальных, этнокультурных, психологических и др. Естественно, что все указанные факторы изменяются в простра­нстве и во времени. Поэтому их можно картировать. Использова­ние карт риска позволяет спланировать меры по ослаблению после­дствий опасных явлений.

Можно ли продолжить классификацию рисков? Да, можно. Это скорее дело вкуса и личных пристрастий. Но мы пока на этом оста­новимся.

**2.8. Оценка риска**

Истинная логика нашего мира — это подсчет вероятностей.

 Д. К. Максвелл

**Любая деятельность и все, связанные с ней мероприятия, направлены на достижение определенной цели. Поэтому планиро­вание мероприятий и принятие решений разного уровня (стратеги­ческих, тактических, оперативных) должно происходить на уровне осознанного отношения к риску, требующего оценки уровня риска.**

Мы пока не умеем считать риски точно. Нет готовых формул, как, например, в механике Ньютона, в которой, взяв уравнения движения и разрешив их, мы получили бы требуемый результат.

«Подправим» Адамса, о котором упомянули выше, и-скажем, что в отдельных относительно простых случаях, риски можно оце­нить. Проще всего это сделать в отношении технического риска, а при некоторых условиях и в некоторых других ситуациях, риск можно оценить довольно точно.

Риски пытаются оценить практически все люди. Делают это они, опираясь на собственный опыт, имеющиеся знания, интуи­цию и т. д. При этом речь идет о качественной оценке. Вполне дос­таточно оказывается оценок на уровне «риск большой», «риск неве­лик», а этим «риском можно пренебречь». Либо «риски выше», ли­бо «риски ниже».

Наука стремится к получению количественных оценок. Есть ли количественные методы или процедуры подсчета риска и насколь­ко они точны? Ответ тут утвердительный. Да, есть. Хотя достигае­мая при этом точность оставляет желать лучшего. Но универсаль­ных методов, приложимых для расчета любых видов риска, конеч­но, нет.

Объяснение этому состоит в том, что число ситуаций, в которых хотелось бы количественно оценить риск, чрезвычайно велико, и они могут заметно отличаться друг от друга, так что для каждой си­туации приходится рассчитывать риск по какой-либо подходящей методике. Иначе говоря, общих подходов к оценке риска пока не имеется.

За время существования «теории» риска не было разработано методического аппарата, с помощью которого можно было бы ко­личественно оценить его действенность и адекватность существую­щим угрозам и опасностям для населения, территорий и экономи­ки и для отдельного человека.

В практику теории риска вошла оценка полноты, достаточности и научно-технического уровня решения тех или иных конкретных задач. Однако методика этой оценки носит в основном качествен­ный характер. В этой связи рассмотрим и прокомментируем неко­торые наиболее известные и распространенные методы оценки тех­ногенного и экологического риска.

По одной из возможных классификаций различают четыре ос­новных метода оценки риска и довольно большое число специаль­ных методов. К основным методам относятся:

Инженерный метод

Модельный метод.

Метод экспертных оценок.

Метод социологического опроса.

Инженерный метод представлен так называемым логико-веро­ятностным рассмотрением возможного сценария развития событий

**2.8. Оценка риска**

Истинная логика нашего мира — это подсчет вероятностей.

Д. К. Максвелл

Любая деятельность и все, связанные с ней мероприятия, направлены на достижение определенной цели. Поэтому планиро­вание мероприятий и принятие решений разного уровня (стратеги­ческих, тактических, оперативных) должно происходить на уровне осознанного отношения к риску, требующего оценки уровня риска.

Мы пока не умеем считать риски точно. Нет готовых формул, как, например, в механике Ньютона, в которой, взяв уравнения движения и разрешив их, мы получили бы требуемый результат.

«Подправим» Адамса, о котором упомянули выше, и скажем, что в отдельных относительно простых случаях, риски можно оце­нить. Проще всего это сделать в отношении технического риска, а при некоторых условиях и в некоторых других ситуациях, риск можно оценить довольно точно.

Риски пытаются оценить практически все люди. Делают это они, опираясь на собственный опыт, имеющиеся знания, интуи­цию и т. д. При этом речь идет о качественной оценке. Вполне дос­таточно оказывается оценок на уровне «риск большой», «риск неве­лик», а этим «риском можно пренебречь». Либо «риски выше», ли­бо «риски ниже».

Наука стремится к получению количественных оценок. Есть ли количественные методы или процедуры подсчета риска и насколь­ко они точны? Ответ тут утвердительный. Да, есть. Хотя достигае­мая при этом точность оставляет желать лучшего. Но универсаль­ных методов, приложимых для расчета любых видов риска, конеч­но, нет.

Объяснение этому состоит в том, что число ситуаций, в которых хотелось бы количественно оценить риск, чрезвычайно велико, и они могут заметно отличаться друг от друга, так что для каждой си­туации приходится рассчитывать риск по какой-либо подходящей методике. Иначе говоря, общих подходов к оценке риска пока не имеется.

За время существования «теории» риска не было разработано методического аппарата, с помощью которого можно было бы ко­личественно оценить его действенность и адекватность существую­щим угрозам и опасностям для населения, территорий и экономи­ки и для отдельного человека.

В практику теории риска вошла оценка полноты, достаточности и научно-технического уровня решения тех или иных конкретных задач. Однако методика этой оценки носит в основном качествен­ный характер. В этой связи рассмотрим и прокомментируем неко­торые наиболее известные и распространенные методы оценки тех­ногенного и экологического риска.

По одной из возможных классификаций различают четыре ос­новных метода оценки риска и довольно большое число специаль­ных методов. К основным методам относятся:

* Инженерный метод
* Модельный метод.
* Метод экспертных оценок.
* Метод социологического опроса.

Инженерный метод представлен так называемым логико-веро­ятностным рассмотрением возможного сценария развития событий (ЛВ-теория, базирующаяся на применении Булевой алгебры, или алгебры логики). При этом пользуются понятием «дерева» со­бытий. Надо сказать, что усилиями Санкт-Петербургских ученых и, прежде всего, профессора И. А. Рябинина, этот метод разработан наиболее полно и показал неплохую работоспособность на практи­ке, особенно в оценке риска возникновения аварий определенного типа на подводных лодках.

Модельный метод представлен в литературе наиболее широко. Сюда можно отнести известный «Гарвардский метод», «Голланд­ский метод», метод «доза-эффект», метод, предложенный сотруд­никами Института атомной энергии им. И.В.Курчатова и многие другие менее известные подходы. В последние годы в этих моделях стали пользоваться термином «мерность». Имеется в виду одномер­ные, двумерные и даже трехмерные модели оценки рисков, напри­мер, при распространении загрязнений в атмосфере. Очень много моделей по оценке риска связаны с радиацией или влиянием эко­логически опасных факторов на здоровье людей. Некоторые из этих моделей чрезвычайно громоздки и сложны, и определить их эффективность не представляется возможным.

Метод экспертных оценок оставляет много лазеек для получе­ния «требуемого» результата при оценке. Здесь все зависит от чес­тности ученых, проводящих такую оценку. Конечно, точность этой оценки невелика, потому что она является качественной, а не коли­чественной и представляет собой некую сумму отдельных мнений.

Метод социального опроса тоже может только качественно определить доминирующее в этой группе людей отношение к риску и его величине. Тем не менее, этот метод имеет достаточно широ­кое распространение.

Приведем пять факторов, от которых может зависеть мнение людей:

* значимость последствий (ответ на вопрос, какие потребности будут удовлетворены и чем грозит неблагоприятный исход);
* распределение угрозы во времени (люди терпимее относятся к мелким авариям, чем к крупным катастрофам, которые проис­ходят гораздо реже);
* контролируемость (человек готов идти на высокую степень рис­ка в ситуации, когда он может предпринимать какие-то дей­ствия по снижению негативных последствий);
* добровольность (люди готовы примириться с высокими риска­ми, если они приняты добровольно);
* новизна (человек с большим доверием относится к старым, про­веренным технологиям, чем к новым, о которых он ничего не знает).

Таким образом, на восприятие риска отдельным человеком или группой людей влияют довольно значительное число параметров.

Перейдем к более детальному рассмотрению некоторых мето­дов. В общей постановке вопроса задача может быть сформулиро­вана как задача ***оценки источников опасности и риска по каким-либо, заранее оговоренным параметрам***. Эта задача включает в себя эколо­гические, технические, социально-экономические аспекты и нахо­дит свое решение в системном анализе искусственных (геотехниче­ских) и естественных систем. Общая предпосылка звучит так: чем более мощные потоки вещества, энергии, информации перераба­тываются в этих системах, тем большую опасность представляют для окружающей природной среды и человека технологические процессы. Необходимость решения этой задачи или хотя бы от­дельных ее аспектов и привела к появлению методов, которые представлены ниже.

**Метод материальных балансов.** Этот метод основан на системе дифференциальных уравнений, описывающих движение масс ве­щества внутрь системы и из нее, решение которой дает возмож­ность получить нормированные величины концентраций и интен­сивности поступления j-ro загрязняющего вещества в i-й компо­нент системы. На основе полученных данных косвенно можно рассчитать экологические риски, связанные с загрязнением окру­жающей среды вследствие работы промышленного предприятия.

**Экометрический метод оценки техногенного воздействия на при­родную среду.** Основы этого метода были заложены в СССР в на­чале 80-х гг. путем введения индекса относительной токсичности загрязняющего вещества и расчета величины относительной ток­сичной массы отхода производства, что позволило составить при­оритетные ряды загрязняющих веществ, источников их образова­ния и отведения в природную среду независимо от генезиса и места расположения.

Достоинства этого метода, наряду с простотой расчетов и дос­тупностью исходной информации — возможность сопоставления по уровню нагрузки на природную среду газообразных, жидких и твердых отходов и построения единых приоритетных рядов. Недос­таток метода заключается в том, что он базируется на концепции ПДК, а это уже подвергалось критике ранее. Метод получил свое развитие и совершенствование в 90-х гг.

Этот метод имеет множество преимуществ, но существует одно важное неудобство: нет возможности сравнивать уровень рисков от промышленных отходов, представленных в разных агрегатных со­стояниях.

**Энергетическая оценка техногенной и экологической опасности.**

Любой технологический процесс реализуется путем подвода (или отбора) энергии к перерабатываемому веществу. При этом изменя­ются не только форма, размеры исходного материала, но зачастую его физические свойства и химический состав. Изменяется химиче­ская активность, реакционная способность, а следовательно и ток­сичность продукта и отходов, контактирующих с природной сре­дой. Можно утверждать, что чем больше энергии прикладывается к единице перерабатываемого вещества, тем большую опасность представляют готовая продукция и отходы для биоты. На основа­нии изложенного оценка экологической безопасности и уровня техногенного риска может быть выполнена путем анализа общего потребления энергии. Практическая реализация энергетического метода осложняется неопределенностью численных оценок.

**Метод оценки экологического риска, основанный на понятии ПДК.** Сценарий первый. Нормирование качества главных компо­нентов природной среды заключается в установлении пределов до­пустимых изменений их свойств. Нормы должны устанавливаться по реакции самого чувствительного организма — индикатора, но практически наиболее часто устанавливают санитарно-гигиениче­ские или экономически целесообразные нормативы.

В качестве количественной меры загрязнения природной среды в России и ряде других стран используются предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном возду­хе, воде и почве, устанавливаемые санитарно-гигиеническими ме­тодами. Разработаны и утверждены ПДК химических веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений и населенных мест (среднесуточные и максимально разовые), для рыбохозяй-ственных и культурно-бытовых водоемов и почвы. Качество при­родной среды по уровню загрязнения считается удовлетворитель­ным при соблюдении двух основных условий: концентрации инди­видуальных загрязняющих веществ Сi должны быть меньше их ПДК Сi m ПДКi. При наличии группы веществ однонаправленного действия, одновременно присутствующих в воздушной среде, сум­ма отношений их концентраций должна быть меньше единицы:

 n

∑(Ci/ ПДКi)\*m1

 i=1

В сопоставлении со значениями ПДК экологическую обстанов­ку характеризуют по степени неблагополучия в соответствии с раз­работанной шкалой оценок.

Отметим недостатки метода. ПДК устанавливаются для различ­ных компонентов природной среды и не коррелируют между собой. В результате даже специалисту трудно ответить на вопрос, что будет опаснее для биоты: выброс загрязняющего вещества в атмосферу или искусственный перевод его в жидкую фазу. Такой «односредовый подход» стимулирует «игру в токсичные оболочки» путем при­менения мокрой очистки выбросов в атмосферу с образованием загрязненных сточных вод; реагентной очистки стоков с образова­нием токсичных шламов; сжигание осадков, сопровождающееся загрязнением атмосферы, в том числе высоко токсичными диокси­нами. ПДК не учитывают региональные климатические условия. Они едины для всей страны и для любого времени года, что не отве­чает физико-химическим закономерностям поведения вещества в природной среде. ПДК связаны с региональными условиями и вре­менем года.

Из сказанного следует, что ПДК и производные от них норма­тивы ПДВ — предельно допустимый выброс в атмосферу, ПДС — предельно допустимый сброс в водные объекты, ПДРО — предель­но допустимое размещение твердых отходов, недостаточно коррек­тно отражают реальную техногенную нагрузку на природную среду. ПДК — сугубо санитарно-гигиенические, антропоцентрические нормативы, которые не могут адекватно оценить уровень техноген­ного и экологического риска и экологической безопасности. На­зрела необходимость разработки новых методов, базирующихся на более адекватных критериях.

Однако, в настоящее время концепция ПДК не только является общепринятой в России, но и заложена во все нормативно-право­вые документы. Таким образом, при всей обоснованности критики в ее адрес, эта концепция пока остается основной, хотя и не препя­тствует применению других методов для оценки экологического риска и управления экологической безопасностью.

**Сценарий второй.** В этом методе нормирование техногенных воздействий, а значит поддержание экологического риска на при­емлемом уровне, на природную среду при помощи санитарно-гиги­енических нормативов ПДК реализуется через их производные: предельно допустимые выбросы в атмосферу — ПДВ и предельно допустимые сбросы в водные объекты — ПДС. Этот вид нормиро­вания основывается на обеспечении значений ПДК на границе санитарно-защитной зоны предприятия или в расчетном створе вод­ного объекта. Нормы образования и размещения твердых отходов определяются на основе комплексного анализа технологических процессов и региональных характеристик природной среды.

Главное достоинство такого подхода состоит в создании научно обоснованной системы принятия решений об экологическом рис­ке, связанном с реализацией проектов, хозяйственной деятельнос­ти, которая может негативно воздействовать на природную среду. ОВОС является основным документом, содержащим в обобщен­ном виде все материалы, необходимые для проведения государст­венной экологической экспертизы.

Для действующих предприятий и хозяйственных объектов оценка их экологической опасности (риска) производится метода­ми экологического аудирования и на основе специальных иссле­дований.

Так, для оценки риска загрязнения поверхностных водных объ­ектов используется методика, основанная на том положении, что опасность хозяйственного воздействия на водный объект измеряет­ся объемом свежей воды, необходимой для восстановления вызван­ного этим нарушением естественного баланса водной системы.

**Метод оценки техногенного и экологического риска, основанный на применении предельно допустимых нормативов отведения отходов в природную среду.** Нормирование техногенных воздействий при помощи предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу и предельно допустимых сбросов (ПДС) в водоемы основывается на обеспечении нормативов ПДК в точках контроля. Для атмосферно­го воздуха — это граница санитарно защитной зоны предприятия. Для стоков в водные объекты, расположенные в черте населенного пункта, — ПДК в месте выпуска. Если выпуск расположен за преде­лами населенного пункта — ПДК в 1 км ниже по течению реки или в 0,5 км от места выпуска в непроточный водоем.

Далее опять возвращаются к документу ОВОС, в котором обоб­щены все данные об источниках образования отходов производ­ства, отведения их в природную среду, составе и эффективности очистных сооружений. В ОВОС приводится перечень мероприятий по защите природной среды при нормальных условиях эксплуата­ции и в случае неблагоприятных метеоусловий, включая защиту ат­мосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, недр, флоры и фауны.

Достоинство методологии ОВОС состоит в создании научно об­основанной системы принятия решений об экологической безо­пасности проектов, реализация которых может оказать негативное воздействие на природную среду.

**Метод оценки техногенного и экологического риска основанный на исследовании эколого-экономической эффективности производ­ства.** В качестве основного критерия технической и экологической безопасности, а значит и уровня риска, используется коэффициент эколого-экономической эффективности (оптимальности) техноло­гических процессов. Выводы относительно степени экологической безопасности (а значит уровня экологического риска) производства могут быть сделаны при помощи специальных таблиц. Эти таблицы разрабатываются на основе анализа и экологического аудита не­скольких сотен промышленных объектов, расположенных в раз­личных природных условиях и относящихся к разным отраслям промышленности.

**Еще один метод энергетической оценки техногенного и экологиче­ского риска.** Для урбанизированных регионов с разнообразными природными объектами и хозяйственными функциями уровень ри­ска может быть определен путем оценки предельно допустимой техногенной нагрузки на основании энергетического подхода.

В этом случае оказывается достаточным определить предельно допустимое потребление энергии всеми природными объектами, расположенными на исследуемой территории (ЕПД) и фактичес­кий расход топлива и энергии всеми хозяйственными объектами на этой территории (Е). В этом случае ЕПД выступает как энергетиче­ский эквивалент суммарной предельно допустимой техногенной нагрузки. Если ЕПД = Е, экологическая техноемкость территории не превышена и экологический риск тем меньше, чем больше раз­ность между ЕПД и Е.

**Метод оценки риска для редких событий.** В тех случаях, когда речь идет о редких опасных событиях и явлениях техногенного или природного характера, вероятностный подход к оценке риска не­приемлем.

Альтернативным вероятностному является подход, основанный на субъективной логике. В этом случае в рассмотрение вводится определенная мера субъективных мнений и убеждений. Обращение мнений в критерий экологического риска предусматривается с ис­пользованием метода экспертных оценок и проведением расчетов, например, по формуле Байеса. В таком подходе неизбежно могут возникнуть нетривиальные, а порой противоречивые суждения и выводы. Противоречия снимаются с привлечением аппарата прав­доподобных рассуждений.

В одной из предлагаемых методик экологически опасную ситуа­цию предлагается характеризовать показателем «значимости-тре­вожности», непосредственным образом связанным с возможной тяжестью рассматриваемого события и вероятностью реализации последствий. Под этой вероятностью и понимается уровень техно­генного и экологического риска. Показатель «значимость-тревож­ность» имеет смысл численной характеристики возможных затрат на ликвидацию последствий ЧС.

Суть дальнейшего анализа в этом методе сводится к следующе­му. Для каждого из классифицированных событий или вида после­дствий производится экспертная оценка риска в смысле шанса воз­никновения или реализации события. Результаты оценки выража­ются в процентах. При данной величине риска по мнению эксперта событие возникает так часто, что ситуация характеризуется как значимая — тревожная.

На основе статистической обработки данных, полученных от экспертов, строится графическая зависимость уровня риска от сте­пени опасности события или тяжести последствий. Эта зависи­мость носит, как правило, характер, близкий к экспоненциально­му. Далее вводится показатель неопределенности реализации рас­сматриваемого экологически опасного события Н, определяемый по формуле ***H= -к\* Ln\* R***, в которой *к* — коэффициент, определяе­мый по экспертным данным, *R* — риск.

Этот метод может быть уточнен, если ввести в рассмотрение не­четкие (размытые) множества интенсивности, выражающие сте­пень опасности события (тяжесть последствий):

1. нулевая;
2. исключительно слабая;
3. очень слабая;
4. слабая;
5. не слабая, не сильная;
6. сильная;
7. очень сильная;
8. исключительно сильная;
9. предельно сильная.

Множества, выражающие возможность возникновения эколо­гически опасного события реализации последствий определенной степени тяжести:

1. никогда;
2. исключительно редко;
3. очень редко;
4. редко;
5. не редко, не часто;
6. часто;
7. очень часто;
8. исключительно часто;
9. всегда.

С использованием этих категорий интенсивности проводится дальнейший экспертный анализ, представляемый в виде графиков, относящихся к различным уровням показателя «значимость — тре­вожность». Из этих графиков уровень техногенного и экологичес­кого риска представляется не в численных оценках, а в шкале типа: очень низкий, низкий, средний, высокий, очень высокий.

В заключении следует отметить, что правомерность такого под­хода оспаривается достаточно большим количеством специалистов. Однако подавляющее большинство из этих специалистов ничего не предлагают взамен. В этой связи рассмотренный кратко метод оценки техногенного и экологического риска следует рассматри­вать как дискуссионный.

Мы привели некоторые методы оценки риска, а теперь попро­буем сделать обобщения. Как видно из вышеприведенных приме­ров при анализе риска могут использоваться самые разнообразные методические приемы. Каждый метод расчета риска разрабатывал­ся под определенные виды задач и, конечно, не является универ­сальным. Поэтому каждый метод имеет свои преимущества и не­достатки, что предопределяет ограниченные области его примене­ния.

Продолжая рассмотрение методов оценки риска, предлагаем обратиться к таблице 4, в которой собраны и кратко проанализиро­ваны только наиболее известные методы оценки рисков. Существу­ют оригинальные и мало известные методы оценки риска, а также методы, применяемые только для конкретных случаев. Разрабаты­ваются и новые методы. Наиболее перспективными из них пред­ставляются методы синергетики, нейросети, так называемые «рус­ла» и «джокеры», и другие. В силу высокой сложности применяе­мого математического аппарата, только небольшое количество специалистов способно работать этими новыми методами.

В заключении представляется целесообразным обратить внима­ние на общие рекомендации, которых имеет смысл придерживать­ся при построении схемы количественной оценки риска.

Характеристики методов оценки рисков

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название метода оценки уровня рисков | Преимущества | Недостатки |
| Статистиче­ский метод | Разрешает математически выразить вероятность на­ступления рисковых событий и размеров финансовых по­терь | Возможно использование при условии проявления рис­ка в деятельности конкретно­го предприятия или на пред­приятиях-аналогах. Отсутствие достоверной ин­формации о количестве рис­ковых событий и их финан­совых последствиях |
| Метод Мон­те-Карло | Анализ рисков связанный с возможностью работы с той же моделью, что и при обыч­ных расчетах, а учет риска происходит с помощью мно­гократного расчета модели.Есть возможность анализи­ровать и оценивать разные ситуации и учитывать разные факторы рисков в рамках од­ного подхода. | Невозможно осуществить учет зависимости факторов, входящих в модель.За счет того, что факторы считаются независимыми, происходит заниженная оценка уровня риска.Большая вычислительная трудоемкость. |
| Метод анализа целесообраз­ности затрат | Зная статью затрат, в которой риск максимален, можно най­ти путь его снижения. | Предприятие не анализирует источники возникновения риска, а принимает риск как целостную величину, таким образом игнорируя его со­ставляющие. |
| Метод экс­пертных оценок | Возможность применения в условиях неполноты инфор­мации или при выявлении того уровня риска, который не имеет аналогов. | Данный подход разрешает получить относительную оценку риска, но не дает представления об абсолют­ной величине возможного ущерба при реализации неко­торого решения и вероят­ность получения этого ущер­ба.В основе лежат субъективные оценки экспертов, которые зависят от их отношения к риску. |

Таблица 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название метода оценки уровня рисков | Преимущества | Недостатки |
| Аналитиче­ский метод | Объединяет в себе как воз­можность пофакторного ана­лиза параметров, которые влияют на риск, так и выяв­ленные возможные пути сни­жения его уровня путем влия­ния на них. | Существенные ограничения к своему использованию. Использует только для оцен­ки некоторого круга рисков предприятия. |
| Метод анализа чувствитель­ности | Требует минимальной стар­товой информации | Не учитывает, насколько ве­роятны или реальны ожидае­мые изменения отдельных факторов проекта, а также то, насколько изменение пара­метров проекта могут иметь совместный, а не изолиро­ванный характер. |
| Метод анализа сценариев | Предвидит одновременное изменение нескольких пере­менных параметров проекта | Разрешает только определить вероятностный (с точки зре­ния эксперта) диапазон изме­нений финансового результа­та проекта при наиболее не­удачном (пессмистичном) или наиболее удачном (опти­мистичном) изменении пара­метров проекта. |
| Метод «дерева решений» | Предвидит одновременное принятие нескольких реше­ний в условиях неопределен­ности, которые зависят от последствий предыдущего. | Необходимость в разработке всех возможных альтернатив развития для больших проек­тов может существенно по­высить трудоемкость расче­тов.Оценить вероятность всех возможных вариантов разви­тия проекта достаточно слож­но. Поэтому субъективное отношение экспертов будет всегда присутствовать в таких расчетах. |
| Метод исполь­зования анало­гов | Дает возможность обнару­жить уровень риска по любо­му направлению деятельнос­ти предприятия, когда отсут­ствует четкая база для сравнений. | В случае неучета прошлых и современных показателей в границах одной стадии очень высока вероятность получе­ния ошибки. |

Продолжение табл. 4

1. Определение и четкая формулировка целей при разработке спо­соба оценки риска.
2. Определение основных структурных уровней в общей схеме расчета риска.
3. Определение основных подсистем общей схемы расчета риска.
4. Предлагаемые схемы расчета рисков не должны быть громоз­дкими.
5. Количество подсистем и количество элементов системы расчета должно быть минимальным.
6. Каждый элемент и каждая подсистема общей схемы оценки ри­ска должны иметь четкое функциональное назначение.
7. Между элементами и подсистемами общей схемы должны су­ществовать четко определенные и действенные прямые и обрат­ные связи.
8. Жизнеспособность схемы расчета риска должна быть обеспече­на достаточным количеством необходимых данных.
9. В систему расчета риска должны входить только такие элемен­ты, работоспособность и эффективность которых проверена практикой.
10. В расчетную схему оценки риска целесообразно вводить проце­дуру итерации.

**Часть 3**

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ**

Введение

Слово «управление» — наиболее часто применяемое во всех сферах человеческой деятельности. Одной из сфер деятельнос­ти, в которой это слово является главным, является политика. Пре­зидент России и Госдума озабочены «улучшением» управления на уровне государства. Нужно сказать, что «кризис управления» харак­терен не только для России. На сегодняшний день — это общеми­ровая проблема.

Термин «управление» тесно связан с понятием доминирования, контроля и возможностью влияния на процессы для того, чтобы они развивались в желаемом направлении. В рамках отдельно взя­того человека, по-видимому, это связано с человеческой природой и в большей степени присуще мужчинам, нежели женщинам. Же­лание доминировать, контролировать и управлять характерно не только для отдельного человека. Это желание ярко выражено и на уровне групп людей, этносов, или отдельных национальностей, а также целых государств. Известно, что США сторонники «монопо­лярного мира» и не скрывают своего" желания управлять всем чело­вечеством, то есть доминировать, контролировать все и всех.

Людям свойственно желание управлять природой, обществен­ным сознанием и т. д., но при этом мало кто задумывается о смысле такого управления и о возможности его реализации. Очень часто людям только кажется, что они управляют ситуацией. Кроме того, часто происходит переоценка человеком своих возможностей в плане управления и реального влияния на ход тех или иных процес­сов. Как говорят, желаемое выдается за действительное.

Структурирование и упорядочение в науке означает, что в про­блеме управления необходимо четкое выделение, по крайней мере, трех основных компонентов:

1. Объект, система, процесс, явление, феномен, которым мы же­лаем управлять.
2. Человек или группа людей, которые желают или должны управ­лять.
3. Набор методов, средств, приемов, способов, структур, схем, си­стем, с помощью которых мы, воздействуя на то, чем мы управ­ляем, реализуем доминирование и контроль и достигаем по­ставленных целей.

С первыми двумя позициями особых проблем нет, так как всег­да есть то, чем надо управлять, и есть те, кто хочет или должен управлять. Есть феномен риска, которым надо управлять, или с по­мощью которого надо управлять, и есть люди, которые понимают, что надо научиться это делать.

Тут и появляется сложнейшая проблема — а как это все можно осуществить? Оказывается, что в нашем распоряжении не так уж много возможностей. В общем плане различают следующие спосо­бы управления риском:

1. Организационные.
2. Технические.
3. Технологические.
4. Экономические.
5. Командно-административные.
6. Информационные.
7. Интеллектуальные.

Ни один из этих способов, взятый в отдельности, проблему управления риском не решает. Чаще всего, приходиться применять несколько методов, используя наработки многих наук, то есть меж­дисциплинарный подход. Решением этой задачи занимается наука об управлении, которая, в свою очередь, распадается на ряд отдель­ных направлений. К этой науке тесно примыкает наука о принятии решений.

Что касается науки об управлении риском, то все началось еще со времен Бернулли и Колумба и активизировалось в конце XIX в., когда началась разработка актуарной математики. Предметом ее рассмотрения являются риски и их управление, что связано с тео­рией страхования жизни и построения пенсионных схем. В этой те­ории продолжительность жизни рассматривается как случайная ве­личина и ключевой функцией является функция выживания. Зная эту функцию, можно эффективно строить работу страховых компа­ний и управлять рисками. Затем, когда появились первые автома­ты, появилась теория автоматического управления, которая к на­стоящему времени является хорошо разработанной наукой. Но жизнь выдвигала все новые и новые задачи, кроме того, усложня­лись условия, в которых надо осуществлять это управление. Услож­нялись также объекты и системы, а значит и риски, которыми надо управлять.

Спустя сто лет в конце XX века возникли принципиально новые проблемы, обусловленные экономическими и демографическими факторами, что вновь обостряет и делает актуальной задачу управ­ления рисками.

Мир изменился и мы перешли в новую информационную ре­альность, то есть мы перешли от индустриального общества к «об­ществу риска». Многими специалистами этот переход связывает­ся с изменением системных свойств нашего мира. Эти изменения можно связать со следующими факторами:

1. Возникновение рисков, обусловленных длинными причинно-следственными связями.
2. Междисциплинарный характер риска.
3. Глобальные изменения.
4. Сокращение горизонта прогноза.

Системный кризис означает невозможность решить возникаю­щие проблемы в одной области и на одном уровне. Поэтому в на­стоящее время исчисление рисков, необходимое для построения эффективной системы управления рисками, включая математичес­кое моделирование, технологии принятия решений, анализ статис­тики, рассматривается как важнейшая область деятельности. Эта об­ласть деятельности служит связывающим звеном между естествен­ными, точными и гуманитарными науками. Иными словами, в отношении рисков и управления ими, мы находимся в области параметров, с которыми ранее человечество не встречалось.

Со стратегической точки зрения на проблему управления рис­ками можно посмотреть с разных позиций:

1. Создавать все заново. На это Нет ресурсов.
2. Максимально использовать все имеющееся наработки, одно­временно отказавшись от старых взглядов «отраслевого подхо­да» к проблеме управления рисками.

Как отмечено выше, нет единства мнений и относительно того, что считать руководящей идеей. Есть специалисты, считающие, что надо придерживаться «стратегии нормальных аварий», а есть спе­циалисты, считающие, что основой должна служить «стратегия ре­агирования на изменения свойств системы». Есть еще «стратегия гарантированной надежности», а также «стратегия с идеальным мо­ниторингом». Выбор есть, но он не так прост, и на практике прихо­дится пользоваться либо модификациями этих стратегий, либо их комбинациями.

Наконец, отметим, что, говоря о подходах, применяемых при решении задачи об управлении рисками, ученые и специалисты до­вольно сильно расходятся в толковании слов, обозначающих эти подходы. В последнее время все мы наиболее часто слышим слово­сочетание «системный подход» или «системный анализ». Найдутся достаточно много людей, которые возьмутся растолковать вам, что это такое. Но проявим сдержанный скептицизм. Особенно трудно объяснить, что такое «системный анализ». Слово «система» ассоци­ируется с понятием целого, а слово «анализ» означает разложение на части. Вот и попробуйте примирить эти две противоположности. Правда есть Закон синтеза, позволяющий временно удерживать эти противоположности вместе до того момента, как будет найдено но­вое понимание вопроса. Можно сказать иначе «Анализ систем». При таком словосочетании некоторая неопределенность снимает­ся, если под этим понимать анализ объектов, рассматриваемых как системы. Что касается словосочетания «системный подход», то его разъяснение будет дано и проиллюстрировано ниже по ходу из­ложения материала.

**3.1. История взаимосвязи управления и риска**

Управление и риск существовали всегда с момента появ­ления человечества. Управление осуществлялось с учетом риска на основе интуиции, опыта и здравого смысла и являлось эмпириче­ским. Управление обеспечивало выживание человека и общины. На более поздних стадиях развития человечества появились госуда­рства. Управление осуществлял верховный правитель страны на ос­нове свода правил и установок религии. Основа такого управления в обществе сохранилась в своих чертах до наших дней. В последую­щем для более эффективного управления в практику решения час­тных задач внесли элементы математической теории управления и математической теории оптимизаций.

Во времена промышленной революции возникла классическая теория управления (регулирования) отдельными механизмами, уст­ройствами и процессами, основанная на описании динамики объ­ектов дифференциальными уравнениями. При управлении риск учи­тывался косвенно по критериям устойчивости, возможности резо­нансных явлений и разрушения и т. д. Успехи классической теории управления колоссальны, например управление запуском и дви­жением космического корабля. В создание классической теории управления наиболее ценный вклад внесли Н. Chestnut, R. W. May­er, F. R. Bellman, Л. С. Понтрягин, Я. 3. Цыпкин и др.

Во время Второй Мировой войны для целей управления воз­никла такая математическая дисциплина, как исследование опера­ций (Джон фон Нейман и др.), использующая системный подход к постановке задач и принятию решений. В последующем эта дис­циплина почти полностью переключилась на теорию игр и решение оптимизационных задач методами линейного и нелинейного про­граммирования. Были созданы методы для решения отдельных задач оптимизации с критериями экономической эффективности (транспортная задача, раскрой материала и т. д.).

Сразу же после второй мировой войны возникла кибернетичес­кая теория управления (Н. Винер и др.). В ней по наблюдаемым па­раметрам на входе и выходе объекта строилась математическая мо­дель объекта в виде так называемого «черного ящика» Такое управ­ление использовалось для решения частных задач оптимального управления. Риск при таком управлении рассматривался как веро­ятность неуспеха в достижении цели из-за неадекватности модели и наличия помех.

В 1952 году появилась наука управление риском инвестиций, ког­да Г. Марковиц сформулировал задачу выбора оптимального по­ртфеля ценных бумаг. Для каждой ценной бумаги в портфеле учи­тывались: доходность как математическое ожидание и риск как среднеквадратическое отклонение и мера неопределенности доход­ности. Вводились такие новые понятия, как диверсификация, кри­вые безразличия, достижимое и эффективное множества портфе­лей. Вклад Г. Марковица был значителен, и ему была присуждена Нобелевская премия по экономике за 1990 год. В дальнейшем тео­рия портфеля была развита как теория VaR (Value-at-Risk) в рабо­тах Д. Тюбина, Д. Маршалла, У. Шарпа, С. Росса.

С появлением ЭВМ возникло так называемое информационное управление (В. М. Глушков, В. И. Скурихин и др.), а точнее, АСУ — автоматизированные системы управления. Эти системы имеют:

который позволяет принимать решения с «открытыми глазами». Были проведены также исследования по созданию научных основ информатизации. Выявлены концептуальные основы информати­зации, определены и сформулированы ее сущность, цели и при­нципы, выявлены проблемы информатизации и пути их решения, определены основные этапы, а также направления и сферы инфор­матизации, раскрыт двойственный характер взаимоотношения на­уки и информатизации. Обоснована неизбежность рассмотрения также задач информационной безопасности.

В России работы по стратегии управления рисками с привлече­нием новых подходов из фундаментальных наук начаты в 1997 г. Разработана Государственная программа «Безопасность России». В книге крупных ученых — авторов этой программы «Управление рисками» обращается внимание на проблемы стратегии управле­ния рисками. Концепция авторов сводится к тому, что на основе накопленного опыта может быть построена новая наука — матема­тическая теория безопасности и риска. Эта теория должна нахо­диться между уровнем, на котором принимаются политические и стратегические решения в виде законов, и уровнем разработки кон­кретных технических систем. В качестве методической основы для создания такой теории предлагается использовать нелинейную ди­намику. Но верность этого положения не показана даже для таких катастроф, как землетрясение, наводнение, снежная лавина и др., где происходит накопление энергии или массы с последующим их быстрым освобождением. В другой книге «Управление риском. Ри­ск. Устойчивое развитие. Синергетика.», написанной группой вид­нейших ученых, авторы продвинулись дальше, что позволяет наде­яться на определенный прорыв в этой области знаний.

3.2. Практическое понимание проблемы управления риском

Естественные природные системы обладают свойствами самоорганизации, самоподдержания, саморегулирования. Иначе говоря, как мы понимаем в первом приближении, они сами собой управляют. Это управление, по-видимому, лежит в общем русле эволюции природы на нашей планете и согласовано с ней.

Человек не столь совершенен по сравнению с природой и все что он создает, функционирует в конечном отрезке времени, нуж­дается в периодическом осмотре, профилактике, ремонте, замене и т. д. В периодическом пересмотре нуждаются и наши умозритель­ные построения и понимание задачи управления риском.

Практическое понимание проблемы управления риском но­сит сегодня, и не только в России, «отраслевой» и иерархический характер. Каждое министерство или ведомство по своему пони­мают эту проблему и стараются выработать соответствующие нор­мативные документы регулирующего характера. Между этими структурами, как правило, отсутствует согласование и стремление к совместному решению проблем. В некотором смысле можно МЧС рассматривать как координирующую организацию. Однако на практике это не так. Центр тяжести зоны ответственности МЧС лежит на ликвидации последствий аварий и катастроф, то есть на этапе, когда уже все случилось. Справедливости ради надо отме­тить, что все больше укрепляется мнение, что МЧС должно зани­маться предсказанием, прогнозом и предупреждением возможных ЧС. И соответствующие шаги в этом направлении уже сделаны. Это правильно, потому что если этого не делать, то у нас просто не хва­тит ресурсов для ликвидации последствий ЧС. Уже сейчас на лик­видацию последствий ЧС в России тратится от 10 до 15% всех фи­нансовых и материальных ресурсов страны. Если и дальше так пой­дет дело, то очень скоро денег не хватит, и мы будем заняты не финансированием и развитием всех необходимых сфер деятельнос­ти, а восстановлением разрушенного.

Одновременно предпринимаются серьезные попытки разработ­ки государственной политики в области снижения рисков и смяг­чения последствий ЧС. Финансируются Государственные програм­мы, например, «Безопасность России», о чем уже сказано в пре­дыдущем параграфе. В рамках этой и других программ ведутся работы теоретического и прикладного характера, конечной целью которых является, в том числе, создание теории оценки и управле­ния риском.

Независимо от уровня власти и принадлежности к тому или иному ведомству, общим пониманием проблемы является то, что задача управления риском тесно связана с понятием планирования. В связи с этим напомним, что понятие план включает в себя такие утверждения как:

а) намеченная на определенный период работа с указанием целей,
содержания, объема, методов, способов исполнения, последовательности, сроков выполнения;

б) замысел, предусматривающий определенный ход или развитие
событий;

в) способ рассмотрения чего-либо;

г) определенный порядок, последовательность в чем-либо, например, в действиях, мероприятиях и т. д.

Довольно часто под планом понимается графическое схемати­ческое изображение объекта или его частей, участков местности (карты) и т. д.

Из сказанного ясно, что определение плана многозначно.

Из определения плана вытекает, что планирование следует пони­мать как составление (разработку) плана.

Однако это определение планирования не является единствен­ным. В доказательство этому приведем еще одно определение по­нятия планирования.

Под планированием понимается целенаправленный, организован­ный и непрерывный процесс выделения различных элементов и аспек­тов организации, определения их состояния и взаимодействия в данное время, прогнозирования их развития на некоторый период в будущем, а также составления и программирования набора действий и ресурсов для достижения желаемых результатов.

Нам представляется, что более прагматичным будет понимание плана соответственно тому, что обозначено во всех вышеприведен­ных пунктах а—г, не игнорируя того факта, что возможно и гра­фическое изображение плана. Приведенные во многих издани­ях блок-схемы, алгоритмы, карты риска и т. п. подтверждают ска­занное.

Выше мы привели различные точки зрения на проблему управ­ления применительно к различным сферам деятельности. Эти точ­ки зрения отличаются в зависимости от поставленной задачи. Под­ходы к ее решению также отличаются многообразием. Продолжим этот разговор и посмотрим на проблему управления риском с точки зрения систем принятия решений.

По одному из определений *«сущность управления риском заключается в деятельности различного уровня органов управления, действующих на основе современных научных достижений в области риска, обеспечивающих информационно-аналитическую поддержку принятия решений».* Нетрудно видеть, что подобная формулировка носит общий характер и вряд ли может указать пути, двигаясь по которым мы сможем этим риском управлять.

Другое мнение содержится в утверждении, что «управление рис­ком есть процесс идентификации, оценки, отбора и реализации сово­купности действий и мероприятий, направленных на снижение вели­чины риска возникновения ЧС, причинения вреда здоровью человека и окружающей среде. Целью управления риском является поиск и при­нятие научно-обоснованных, экономически эффективных, интегриро­ванных мер, призванных снизить, предотвратить или минимизиро­вать риск с учетом социальных, культурных, этических, националь­ных, политических и правовых особенностей».

Нетрудно видеть, что второе определение процесса управления риском значительно шире традиционного, которое используется до настоящего времени и сводится к рассмотрению процесса оценки альтернативных регулирующих мероприятий или действий и выбо­ра оптимального среди них.

Таким образом, задача управления риском требует выявления и предварительной проработки отдельных ее частей (элементов) всей схемы управления, объединенных общей целью. Важным этапом такой работы является определение числа этих основных элемен­тов общей схемы, их функционального назначения, связей между ними, как прямых, так , США и в Европе в последние десятилетия 20-го века процесс управления риском основывался на использовании командно-ад­министративных методов, которые зачастую требовали соблюдения природоохранных стандартов за счет применения специальных технологий, а непосредственно управление было сфокусировано на осуществлении контроля за отдельными источниками опасности и загрязнений и тем воздействием, которое они оказывают на челове­ка и природу.

Командно-административный метод имеет свои недостатки, но пока ему альтернативы нет. Заставить предпринимателей, бизнес­менов и тем более крупные фирмы исполнять принятые природо­охранные законы уговорами никому не удавалось. Кроме того, не все возможности метода исчерпаны. Дальнейшее его совершен­ствование лежит в плоскости применения новых информационных технологий, а также в повышении эффективности за счет пере-" стройки организационной структуры и переосмысления взаимо­связей и взаимоотношений между системой управления и объекта­ми управления.

Многие неудачи лиц, ответственных за управление риском свя­заны с тем, что существующие проблемы обеспечения безопаснос­ти и управления риском являются комплексными и имеют множес­твенные источники возникновения. Эти источники тесно связаны с другими факторами опасности, создающими угрозу здоровью че­ловека и окружающей среде. Это обстоятельство обусловливает не­обходимость учета фактора множественных рисков и множествен­ности источников. Надо отметить, что соответствующие исследова­ния в этом направлении в последнее время активизируются.

3.3. Системный подход к управлению риском

Определение «системного подхода» как научного метода исследования объекта, явления, процесса или той или иной про­блемы неоднозначно. Основной конфликт связан здесь с соотно­шением части и целого. Акцент на части получил название «ана­литический подход», акцент на целое — «холистический подход». Словосочетание «холистический подход» употребляется довольно редко, куда чаще применяется комбинация «системный подход».

В некоторых случаях под системным подходом понимается оп­ределенная последовательность в организации нашего мышления при рассмотрении конкретной задачи, структурированная в нечто, называемое системой. Системный подход в этом случае связан с субъектом, то есть с тем, кто проводит исследования. Тогда обычно говорят, что исследователь систематически наблюдает (исследует) некоторый феномен, придерживаясь определенной схемы.

Однако под системным подходом достаточно часто понима­ют нечто другое, а именно, объект рассмотрения моделируется как система. При этом способ рассмотрения этой системы не детализи­руется. Но, если эту систему мы разделяем на части и пытаемся по­нять свойства системы исходя из свойств отдельных частей, то под­ход нельзя назвать системным. Это будет все тот же аналитический подход. Его корректнее назвать «системным анализом» или, точнее «анализом систем». То есть, строго говоря, анализ систем не есть системный подход. Более того, современная наука осознала, что систему нельзя понять с помощью анализа.

Чтобы снять неопределенность в понимании термина «систем­ный подход» необходимо разработать соответствующие критерии, с помощью которых можно ответить на вопрос, действительно ли мы применяем системный подход.

В качестве первого критерия можно назвать соответствующий образ мышления — системное мышление.

Второй критерий связан с наличием паттерна, то есть конфигу­рации взаимоотношений между частями и целым, которая должна обязательно присутствовать в нашей схеме мышления.

Третий критерий связан с наличием в применяемом методе синтеза (единства) нескольких подходов. При этом может полу­читься вариант «междисциплинарного подхода».

Четвертый критерий относится к необходимости существова­ния процесса, связывающего схему мышления (рассмотрения) со структурой этой схемы.

Подводя итог, скажем, что при системном подходе имеют в виду, что свойства частей могут быть выведены только из организации целого.

Есть, однако, у затронутой проблемы и другая сторона вопроса. Как классифицировать метод, если он относится к проблеме управ­ления. На практике приходится чаще всего управлять сложными объектами, которые с полным правом могут рассматриваться как системы. С другой стороны, организационную структуру, осу­ществляющую управление, тоже часто называют системой. Тогда понятие «системный подход» приобретает другой смысл. Наконец, имеется масса примеров, когда и объект и наблюдатель представля­ют собой системы. Тогда в каждом конкретном случае необходимо четко оговаривать, что имеется в виду и наполнение содержания понятия «системный подход» тесно связано с целью, которую мы пытаемся достичь.

Во избежание недоразумений, сразу оговоримся, что под сис­темным подходом в данном контексте понимается управление риском с помощью организованной по критериям, рассмотрен­ным выше, схеме мышления, либо с помощью системы управления. Целью такого управления является контролируемое воздействие на параметры объекта или системы.

Системой управления может быть, в том числе, отдельно взя­тый человек. Системой управления может также быть лицо или группа лиц, принимающих решение, системы власти соответствую­щего уровня и ответственности, организационные структуры и спе­циально разработанные умозрительные построения, называемые схемами. Иногда схему управления можно рассматривать как основной элемент, а иногда как вспомогательный. Возможно рас­смотрение схемы в качестве своего рода инструкции или методиче­ских рекомендаций.

Возможность и целесообразность создания таких схем управле­ния риском многими исследователями ставится под сомнение. Их аргументы понятны. Вряд ли можно выявить и идентифицировать все источники опасности и установить все значимые внутренние и внешние связи. Очень трудно расставить приоритеты.

---------------------------------------------------------------------------

3.6. Факторы, влияющие на организацию и формирование процесса управления риском

Закон Знания гласит, что знание наделяет нас силой, по­вышает нашу власть над феноменом, увеличивает наши возмож­ности управлять этим феноменом. Как известно, есть понятие базы данных, и есть понятие базы знаний. Что же должно входить в базу знаний? Можно поспорить на эту тему, но для практики важен, прежде всего, опыт и знание предистории вопроса. Кроме того, важны знания, связанные с областью нашего рассмотрения в кон­тексте получения новых данных, а также основных направлений развития человеческой мысли в этой сфере деятельности. Именно поэтому в данный параграф введены несколько пунктов, связанных с рассматриваемой проблемой. Обратимся к ним.

1. Причины и последствия крупных катастроф.

За последние десятилетия центр тяжести взглядов сместился от опасностей к рискам. От селей, тайфунов, наводнений, землетрясе­ний, от того, что лежит вне человека, к техногенным, экологичес­ким, социальным катастрофам, связанным с решениями, принима­емыми людьми.

Впервые особое внимание общественности и ученых к крупным промышленным авариям было привлечено после аварий 70—80-х годов XX века на химических предприятиях в Фликсборо (Англия, 1974) и Севезо (Италия, 1976), в результате которых пострадали сот­ни и тысячи людей, был нанесен существенный, непоправимый ущерб окружающей среде, затрачены огромные ресурсы (матери­альные, людские, временные и т. д.) на ликвидацию их послед­ствий. Печальный список продолжили в 80-х годах трагедии Бхо­пала (Индия, 1984) и Чернобыля (Украина, 1986). Бесконечные вирусные атаки в информационной сети Интернет, а также мас­штабные террористические акты в США (сентябрь, 2001) выявили другие аспекты безопасности. В результате аварий был причинен громадный ущерб окружающей среде, а число погибших людей из­мерялось тысячами.

слож­ных технических систем в условиях нормальной эксплуатации про­гнозируются уже в существенно меньшей мере, от 1 до 10%.

Из данных о рисках техногенных аварий и катастроф на объек­тах с исключительно высокой потенциальной опасностью следует, что различие в уровнях требуемых и приемлемых рисков, с одной стороны, и уровнем реализованных рисков, с другой, достигает двух и более порядков вместе. Также известно, что повышение уровня защищенности объектов от аварий и катастроф на один по­рядок требует больших усилий в научно-технической сфере и су­щественных затрат, сопоставимых с 10—20% стоимости проекта.

4. Источники аварий и катастроф, зависящие от человека.

В понятие сложной системы (СС) входят человеко-машинные системы, состоящие из оборудования, компьютеров, программных средств и действий персонала. Структурно сложные системы име­ют хотя бы один из двух характерных признаков:

1. между элементами системы существуют логические связи типа «и», «или», «нет», имеются повторные элементы и циклы;
2. существует много уровней состояний элементов и самой систе­мы.

Возникновение аварийных ситуаций, аварий и катастроф в та­ких СС, как ядерные энергетические установки, пусковые ракет­ные комплексы, нефте-, газоперерабатывающие и другие химичес­кие производства, магистральные трубопроводы и транспортные системы, принято относить к числу редких случайных событий. Однако по своим последствиям, связанным с выбросом радиоак­тивных и токсичных веществ, взрывами с разлетом частей кон­струкций, обширными фронтами пламени, загрязнением окружаю­щей местности, наиболее крупные из них могут быть сопоставимы со стихийными .бедствиями.

В числе причин аварий и катастроф в СС, зависящих от самих разработчиков, производителей и потребителей можно назвать сле­дующие:

1. недостаточное качество проектов;
2. недостаточное качество доводочных испытаний;
3. недостаточное качество эксплуатационных испытаний;
4. недостаточное качество мониторинга в эксплуатации;
5. износ и старение оборудования в эксплуатации;
6. снижение качества персонала как следствие социальных фак­торов;
7. ошибки обслуживающего персонала;
8. мошенничества персонала в бизнесе;
9. террористические акты;
10. атаки хакеров.

При действиях этих причин в отдельности и в сочетании проис­ходят аварии и катастрофы с человеческими жертвами и большим материальным ущербом. Возникает опасность как непосредствен­но для самого персонала, обслуживающего систему, так и для окру­жающей среды и населения региона. Аварии и катастрофы при­водят к большим ущербам и снижению жизненного уровня на­селения.

Отметим, что на некоторые из причин аварий как сами специа­листы, так и общественность обращают недостаточное внимание из-за их проявления с эффектом запаздывания, отсутствия интере­са у разработчиков тратить больше денег на проект и заинтересо­ванности владельцев скрыть истинные причин аварий. К таким причинам относятся, например, неудовлетворительное качество доводочных испытаний систем в лабораторных условиях и услови­ях эксплуатации.

5. Мониторинг и риск.

Мониторинг является составной частью систем обеспечения безопасности экологических, технических, экономических, орга­низационных и социальных систем. Образец мониторинга дает нам мировая экономика. Действительно, в большом числе ежедневных и еженедельных экономических газет сообщается о стоимости или индексах акций компаний, курсах валют, объемах продаж и др. Су­ществуют многие независимые институты и агентства, которые оценивают и публикуют рейтинги банков, стран и отраслей по на­дежности капиталовложений.

По Интернету можно в реальном времени (по минутам) узнать ситуацию на всех известных финансовых и товарных биржах мира (Нью-Йоркской, Лондонской, Токийской и др.). В том числе объе­мы продаж, неудовлетворенный спрос, курсы валют, индексы ак­ций, цены на зерно, хлопок, нефть, газ, золото, медь и другие ме­таллы и товары. Эта же информация может быть получена за любой прошедший период времени по часам, дням, месяцам и годам. Все в бизнесе осуществляется с открытыми глазами. Поэтому мировая экономика в течение последних 70 лет не знает таких острых кризи­сов, как в 1929 году.

Мониторинг в медицине в виде историй болезней больных, их кардиограмм и результатов анализов позволяет организовать эф­фективное и безопасное лечение.

Мониторинг состояния общества в виде опросов общественно­го мнения по социальным проблемам позволяет выявить болевые точки общества, предотвратить социальные взрывы и наметить эф­фективные программы развития и реформ.

Для сложных технических комплексов, конструкций и соору­жений, длительное время находящихся в эксплуатации, причиной аварий и катастроф могут стать деградация свойств материалов, предельные уровни накопленных повреждений, образование и не­контролируемое распространение трещин, кавитационные износы, нарушение герметичности фланцевых соединений, уменьшение сопротивления изоляции кабельных линий вследствие старения полимерных покрытий и т. д.

Для потенциально опасных объектов и производств характерна существенная выработка проектного ресурса. В энергетике, нефте­химии, газохимии потенциально опасные объекты имеют выработ­ку проектного ресурса на уровне 75-90%.

В индустриально развитых странах эффективная борьба с воз­никновением ЧС (создание баз данных, систем прогнозирования и предотвращения) опирается на современные информационные технологии. Это означает, что создается целостная быстродейству­ющая система получения, обработки и применения информации об острых ситуациях в области безопасности. Она включает в себя сле­дующие компоненты:

* специализированные датчики;
* мониторинг информации с преобразованием данных в единый формат;
* телекоммуникационные сети;
* системы обработки информации: расчеты, численное и визуальное моделирование ситуации, пространственная и времен­ная аппроксимация ситуации;
* системы подготовки рекомендаций для разрешения острых ситуаций, в том числе их предотвращения. -

В результате использования такой системы можно как предот­вратить целый ряд природных и техногенных катастроф, в том чис-

ле ЧС на объектах МПР, так и сделать более эффективным их раз­решение.

В связи с гигантским объемом необходимой информации созда­ние такой системы возможно только при использовании современ­ной высокопроизводительной компьютерной техники.

6. Государственная программа «Безопасность России».

После аварий и катастроф происходит вспышка активности правительственных чиновников по созданию комиссий для рассле­дования и раздачи пособий до следующей катастрофы. Расходы Министерства по ЧС скоро составят четверть бюджета страны из-за увеличивающегося числа аварий и катастроф. Их «работа» по пре­одолению последствий видна «налицо». Обеспечить же работу по снижению уровня риска аварий и катастроф гораздо труднее, так как требуются новые подходы, стратегии, принципы и методы, но­вая культура и большие средства. А результаты этих усилий могут проявиться только через несколько лет или остаться незамеченны­ми, если не будет серьезных аварий.

Экспертиза крупных техногенных аварий и катастроф XX сто­летия показала, что дальнейшая разработка и реализация программ научно-технического развития современной цивилизации невоз­можна без системного научного подхода к решению проблемы обеспечения безопасного функционирования технических объек­тов и разработки методического аппарата для количественной оцен­ки риска. Создание фундаментальных научных, правовых и эко­номических основ обеспечения безопасности является одной из целей государственной научно-технической политики и государст­венной научно-технической программы по безопасности природ­но-техногенной сферы, по повышению безопасности в промыш­ленном, энергетическом, транспортном, строительном, нефтегазо­вом, горнодобывающем и оборонном комплексах, по созданию новых материалов и технологий.

Государственная программа «Безопасность» определяет пере­ход на анализ и управление рисками, как на основополагающую систему регулирования и обеспечения безопасности, взамен сущес­твовавшего ранее подхода к обеспечению абсолютной безопаснос­ти. Государственная стратегия призвана обеспечить формирова­ние, принятие и использование научно обоснованных методов и критериев определения и управления состояниями систем в про­странстве приемлемых рисков. Цели государственной стратегии следующие:

1. контролируемое и нормируемое государственное, региональ­ное, отраслевое и объектовое управление созданием и функцио­нированием сложных систем по критериям риска;
2. оптимизация действий в чрезвычайных ситуациях для миними­зации текущих и отдаленных последствий.

Пути снижения рисков и смягчения последствий ЧС вытекают из общих принципов обеспечения безопасности в природно-техно­генной сфере:

1. приоритет безопасности;
2. высокий уровень государственного регулирования;
3. запретительные механизмы нарушения эволюционного разви­тия;
4. использование методов анализа риска;
5. неотвратимость ответственности;
6. обязательное возмещение ущерба;
7. доступность получения информации;
8. заявительный порядок деятельности;
9. анализ чрезвычайных ситуаций.

Проблема моделирования и анализа безопасности СС включает в себя:

* создание сценариев аварий и катастроф и построение матема­тических моделей риска;
* разработку методов обеспечения безопасности человека-опера­тора, рабочего персонала и населения при аварийных ситуа­циях.

3.7. Продолжим разговор об управлении риском

Еще раз обратимся к определению понятия «управле­ние». В БСЭ, т. 27, с. 99. сказано: «Управление — это элемент или функция организационных систем различной природы, обеспечи­вающая сохранение их определенной структуры, поддержание ре­жима деятельности, реализацию программы, цели деятельности». В этом определении ключевым словом выступает слово «функция». Таким образом, под системой управления можно понимать челове­ка, группу людей, или отдельный элемент (он может быть сложным элементом), выполняющий определенные функции. Согласно тео­реме Эшби управляющая система должна обладать не меньшим ко­личеством разнообразных состояний, чем объект (система)…..

--------------------------------------------------------------------

Программное обеспечение мероприятий по оценке и управлению риском.

В связи со стремительным развитием компьютеризации за по­следнее время за рубежом и в России появилось достаточно много программных комплексов ускоренного статистического моделиро­вания. Наиболее известной в этой сфере деятельности является ком­пания Relex. Сама компания RSC была создана в США в 1986 году. Первая DOS версия программы Relex 217 автоматизировала основ­ные положения и вычислительные процедуры известного амери­канского справочника-стандарта MIL-HDBK-217 по прогнозиро­ванию безотказности элементов электронных, радиотехнических и электротехнических устройств. Первое Relex приложение Windows было создано в 1993 году. Последняя версия программы Relex 7.6 разработана под 32-разрядные ОС Windows (95/98, NT, 2000, ХР). В состав входят 8 аналитических модулей:

* прогнозирование безотказности (Reliability Prediction);
* прогнозирование ремонтопрогодности (Maintainability Predic­tion);
* анализ видов, последствий и критичности отказов (FMEA/ FMEGA);
* блок-схемы надежности (Reliability Block Diagram);
* деревья отказов/событий (Fault Tree/Event Tree);
* марковский анализ (Markov Analisys);
* статистический анализ (Waibull Analisys);
* оценка стоимости срока службы (Life Cycle Cost).

Лидерство Relex обусловлено следующим:

1. все модели и методы основываются на соответствующих между­народных стандартах;
2. работа аналитических модулей Relex поддерживается постоян­но обновляемой базой данных, содержащей исходные данные для анализа надежности/безопасности (интенсивности отказов электронных и механических элементов, данные по времени их ремонта, данные по видам и критичности их отказов);
3. открытостью базы исходных данных для анализа надежности;
4. интегрированностью Relex, которая заключается в реализации практически всех основных методов анализа (блок-схемы, де­ревья отказов/событий, марковские процессы)- в их взаимосвя­зи;
5. наличием модуля статистического анализа, который позволяет осуществить сбор и обработку данных, полученных в процессе опытной и/или подконтрольной эксплуатации или специаль­ных испытаний, и использовать эту информацию для коррек­ции исходных надежностных характеристик;
6. высокопрофессиональной реализации модулей классического анализа надежности: в блок-схемах учитываются сложные схе­мы резервирования, ремонта, профилактического обслужива­ния;
7. оперативным внедрением в Relex современных методов, таких как анализ рисков и анализ критичности отказов;
8. поддержкой решения оптимизационных задач надежности — оптимальное резервирование, планирование испытаний, орга­низация технического обслуживания;
9. удобством и развитостью интерфейса пользователя (в систему внедрены несколько графических редакторов для построения блок-схем, деревьев, графов переходов);

10) мощными утилитами для создания выходной документации — генератор отчетов произвольного формата, мастер построения графиков;

И) внедренными средствами импорта/экспорта, позволяющими сопрягать Relex с любыми средствами Microsoft Office, базами данных, логическими системами, САПР;

1. внедренными средствами повышения производительности ра­боты пользователя (умолчания, файлы фраз, макросы);
2. отличной документированностью и развитыми системами по­мощи и обучения;
3. постоянной технической поддержкой, которую оказывают спе­циалисты фирмы лицензированным пользователям.

К недостаткам программы Relex отнесли отсутствие русифика­ции и требование от пользователя не только умения работы в среде Windows, но и хороших знаний основ теории надежности, безопас­ности и риска и практических навыков проведения анализа теми или иными методами.

На сегодняшний день имеется достаточно большое количество программных продуктов по оценке риска. Наиболее часто встреча­ющиеся — это программы на основе метода «доза—эффект». Такой метод применяется при расчете радиационного риска и риска здо­ровью населения при наличие загрязняющих веществ в окружаю­щей среде. Есть также программы по оценке риска, связанного с распространением и переносом загрязняющих веществ в разных средах, причем они существуют в одномерном, двумерном и трех­мерном представлении.

Часть 4

РИСКИ ПРИРОДНЫХ

И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

Введение

Как отмечено выше, конец XX и начало XXI вв. ознаменовалось значительным ростом числа природных и техногенных аварий и катастроф. Но дело не только в росте их количества. Заметно возросли их масштабы и соответственно этому причиненные разрушения и число погибших людей. Некоторые ученые склонны связывать природные катастрофы с глобальным разрушением окру­жающей среды и возмущениями, вызванным человеческой дея­тельностью.

Техногенные аварии и катастрофы связаны, главным образом, с хозяйственной деятельностью человека. Главными причинами уси­ления масштабов и риска от катастроф являются резкое увеличение численности населения планеты и развитие разнообразных произ­водств, технологий и инфраструктур, разрушающих природу. К примеру, только в Амазонии в год вырубается лесов на площади, равной площади территории Англии.

В 2001 году в мире произошло около 650 крупных природных катастроф, унесших жизни более 25 000 человек и причинивших ущерб на сумму более 35 млрд. долл. Такого рода показатели во многом зависят от готовности территории к сокращению риска по­терь и существенно меняются во времени. Например, уже в 2002 г. при числе катастроф порядка 700 погибло около 11 000 человек, однако ущерб был значительно выше — 55 млрд.долл. Конец 2004 г. оказался трагическим для ряда стран Юго-Восточной Азии. Потря­сающей силы наводнение стало причиной гибели сотен тысяч лю­дей, материальный ущерб не поддается оценке. Это подтверждает 1 вывод о том, что наибольшие потери вызывают наводнения.

В России в 2004 г., как указывают зарубежные источники, прои­зошло 957 (по другим данным, заметно больше) природных и тех­ногенных катастроф, причем подавляющее число из них относятся к техногенным катастрофам. Результаты исследований, проведен­ных за последние 25 лет, показывают, что в слабо развитых странах зависимость потерь от катастроф существенно выше, чем в эконо­мически развитых регионах. Если принять во внимание, что за по­следнее десятилетие число и масштабность природных катастроф возросли в 5 раз, а их опасность — в 9 раз, то становится ясным, что ждет население экономически слабых стран в ближайшем будущем.

Простой анализ показывает, что энергонасыщенность совре­менных предприятий достигла колоссальных значений. Так, типо­вой нефтеперерабатывающий завод по переработке 10—15 млн. т. углеводородов в год сосредотачивает на своих площадях до 500 000 тонн топлива, что в тротиловом эквиваленте равносильно 5 мегатоннам тротила.

В подавляющем числе химических технологий предусматрива­ется применение высоких температур и огромных давлений. Все это является одной из причин больших масштабов аварийности и тяжести последствий происходящих аварий. Особо серьезную опасность представляют собой аварии на объектах гидроэнергети­ки. Опасность связана с возможными разрушениями плотин или другими причинами. Известно, что только в период с 1959 по 1989 гг. во всем мире произошла 31 крупная авария на плотинах и водох­ранилищах, в результате чего погибло более 23 тыс. человек и об­щий ущерб превысил 1 млрд. долларов США.

Следует отметить, что большая часть техногенных аварий про­исходит по вине персонала опасных объектов. Иначе говоря, чело­веческий фактор один из решающих. 60% авиакатастроф, 80% ава­рий на море и 60% аварий на промышленных предприятиях про­исходят по вине людей.

Все аварии, как правило, имеют и экологические последствия. Зонами наиболее высокого экологического риска являются про­мышленные центры и крупные города, и, в первую очередь, горо­да-мегаполисы.

Активная хозяйственная деятельность человека создает новые потенциально опасные производства и технологии. Растет число опасных объектов. В соответствии с этим растет число аварий и ка­тастроф. Велики потери как в человеческом, так и в материальном измерении. Уже сейчас на ликвидацию последствий природных и техногенных катастроф — чрезвычайных ситуаций (ЧС) в России отвлекается от 10 до 15% всех ресурсов страны. На фоне все увели­чивающегося роста числа природных катаклизмов наблюдается об­щее снижения уровня безопасности для жизни человека.

Риск последствий природных и техногенных катастроф в боль­шой степени определяется генезисом явления. Особенности риска существенно зависят от того, каково явление по генезису (изверже­ние вулкана, взрыв на химическом предприятии, разрыв дамбы и т. п.), в чем проявляется его воздействие на окружающую среду (за­топление территории водой или погребение ее под лавой и т. д.), какие вторичные разрушения оно порождает.

Опыт преодоления катастроф относится, прежде всего, к при­родным катастрофам и обычно недооценивается. А между тем в каждом регионе Земли все природные и антропогенные опасные явления повторяются, будучи, разумеется, регионально специфи­ческими. Учет исторического опыта является существенно значи­мым для снижения риска от катастроф.

Риск опасных явлений в некоторых случаях может быть снижен в результате таких превентивных мер, как создание сооружений и специальных средств защиты человека и природы. Риск от природ­ных и антропогенных катастроф может быть уменьшен только с учетом их социально-экономических аспектов. Более значимую роль в снижении риска должна играть информация о нем, которая должна включать сведения о природе и особенностях опасного яв­ления, необходимых действиях во время его развития. Своевремен­ная информация об угрозе и развитии опасного явления, знание о том, как вести себя в период критической ситуации, могут миними­зировать риск.

Понятно, что риск будет близок к минимуму, если регионы концентрации населения и очаги опасных явлений будут достаточ­но разобщены пространственно. В противном случае, а именно та­ковы реальные условия, социально-экономические и психологиче­ские факторы являются исключительно значимыми, а иногда игра­ют главную роль как факторы, определяющие масштабы бедствия. В регионах Земли с повышенным риском основополагающим при­нципом жизнедеятельности должна быть концепция «жизни с рис­ком». Риск должен рассматриваться как неотъемлемый компонент жизнедеятельности. К нему нельзя подходить как к феномену ред­кого или случайного характера в цепи событий.

Внедрение этой концепции в сознание людей и ее реализация на практике означает, что учет риска должен стать составной час­тью обеспечения всех видов жизнедеятельности населения, роль которого отчетливо осознается экономическими, социальными, в том числе образовательными, культурными и политическими институтами общества.

Как отмечено выше, существует несколько десятков методов оценки риска и все они сильно зависят от числа стартовых парамет­ров вводимых в модель расчета, а также от способов самого расчета. Каждый из этих методов имеет рамки своей применимости и часто относится к определенной отрасли человеческой деятельности. Од­нако, несмотря на это, совершенно очевидно, что никакое плани­рование мероприятий по снижению рисков ЧС невозможно, если не уметь оценивать риск.

Все это настоятельно требует проведения систематических глу­боких научных исследований в области теории риска, поиска путей снижения рисков и смягчения последствий аварий и катастроф в техногенной сфере в первую очередь. Угрозы можно упредить и предотвратить, а в некоторых случаях предсказать, последствия можно минимизировать. Именно это обстоятельство оправдывает затраты на исследования различных видов рисков с целью приня­тия первоочередных мер при планировании мероприятий, направ­ленных на снижение рисков ЧС.

Органы управления, ответственные за обеспечения безопаснос­ти объектов хозяйствования, природы и человека, в своей повсе­дневной деятельности руководствуются нормативными докумен­тами, регламентирующими их действия в самых разнообразных условиях. Разработкой и совершенствованием таких научно-обо­снованных методических указаний и рекомендаций занимаются Министерства, ведомства, отдельные институты и другие структу­ры. Наряду с этим приходится разрабатывать различного рода схе­мы классификации объектов, на которых возможно возникнове­ние ЧС.

4.1. Чрезвычайные ситуации и связанные с ними риски

В подавляющем большинстве случаев в человеко-машин­ных системах катастрофа случается, когда происходит одновремен­но несколько событий или риск состояния системы и ее элементов в результате «износа» превосходит допустимый. Даже на примере человека ясно, что он устает, нуждается в отдыхе и пище, чтобы с ним или системой, которой он управляет, не произошла ката­строфа.

Понятие катастрофы применительно к природным и техноген­ным феноменам является весьма расплывчатым и связано с особен­ностями восприятия этих явлений человеком. Определение этого феномена зависит от многих факторов. Поэтому и существует до­вольно много определений того, что можно и нужно называть при­родной катастрофой. По определению академика Кондратьева К. Я., катастрофа — это «чрезвычайная и бедственная ситуация в жизне­деятельности населения, вызванная существенными неблагоприят­ными изменениями в окружающей среде», или» скачкообразные изменения в системе, возникающие в виде ее внезапного ответа на плавные изменения внешних условий».

В настоящее время к природным катастрофам относятся на­воднения, засухи, ураганы, штормы, торнадо, цунами, извержения вулканов, оползни, обвалы, сели, снежные лавины, землетрясения, лесные пожары, пылевые бури, сильные морозы, жара, эпидемии, нашествия саранчи и многие другие природные явления. В буду­щем этот перечень может расшириться за счет возникновения но­вых природных катастроф, таких как, столкновения с космически­ми телами, биотерроризм, ядерные катастрофы, резкое изменение магнитного поля Земли, чума, нашествие роботов, сбои в работе сложных энергетических и коммуникационных систем, резкое по­вышение уровня Мирового океана и т. п.

Понятие природной катастрофы ассоциируется многими авто­рами с понятием экологической безопасности, которое возникло в связи с необходимостью оценки меры опасности—риска для насе­ления какой-то территории получить ущерб для здоровья, сооруже­ний или имущества в результате изменения параметров окружаю­щей среды. Эти изменения могут быть вызваны как природными, так и антропогенными факторами.

В первом случае опасность возникает за счет флуктуации в при­родных процессах, связанных с изменениями экологической обста­новки, возникновением эпидемии или за счет стихийного бедствия.

Во втором случае опасность появляется как реакция природы на действия человека.

В общем случае возникновение экологической опасности на данной территории является следствием отклонения параметров среды обитания человека за пределы, где при длительном пребыва­нии живой организм начинает изменяться по направлению, не со­ответствующему естественному ходу эволюции. По своему сущест­ву понятие «экологическая безопасность» связано с понятиями «устойчивость», «живучесть» и «целостность» биосферы и ее основ­ных элементов.

Как отмечено выше, аварии и катастрофы в природе и технос­фере, опасные природные явления и стихийные бедствия влекут за собой возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС). Обычно ЧС различают по природе и характеру, источникам возникновения и масштабам и т. д. Эти классификации широко известны. На основе этих классификаций определяются состав и организация примене­ния на различных уровнях сил и средств гражданской защиты при ликвидации ЧС.

Особенностью всех таких классификаций, предлагаемых МЧС, является констатация случившегося, то есть эти классификации от­носятся к третьей стадии ЧС. Что тут имеется в виду?

У любой катастрофы или аварии, конечно, есть причины. Сово­купность причин, приводящая к катастрофе никогда не возникает мгновенно. Многие события, которые мы потом характеризуем как катастрофы, «готовятся» годами, десятками, а может быть и сотня­ми, и тысячами лет. Это тот этап, который сейчас интенсивно из­учается с целью построить теорию прогноза таких явлений. В боль­шей части этот этап продолжает оставаться для нас практически не обнаруживаемым.

Второй этап связан с развитием самой ЧС от момента ее воз­никновения до момента окончания. Этот этап может продолжаться минуты, часы, сутки и даже долгие годы как, например, Чернобы­льская катастрофа.

Наконец, третий этап, это когда уже все случилось. Вот имен­но к третьему этапу относятся приведенная на рис. 7 современная классификация ЧС, принятая в России.

Наряду с этим в международной практике выделяют:

1. Планетарные катастрофы — например, столкновение планеты с астероидами, имеющими скорость более "80 км в сек., а также полномасштабные ядерные и химические (биологические) вой­ны. Ущерб таких катастроф фантастичен и не поддается раз­умной оценке. Такие катастрофы трудно уложить в какую-либо периодичность. Эта угроза сохраняется всегда, хотя мы себя те­шим надеждами, что ее вероятность чрезвычайно мала.
2. Глобальные катастрофы — могут затрагивать территории сопре­дельных стран. По периодичности такие катастрофы случаются примерно раз в 30—40 лет и более. Число пострадавших в них



более 100 000 человек, а экономический ущерб может состав­лять 100 и более млрд. долларов.

По генезису ЧС можно провести классификацию основных ри­сков. В одном из возможных подходов выделяют следующие разно­видности ЧС и связанные с ними риски:

1. Геофизические или геолого-геоморфологические ЧС. Среди них, в частности, выделяются землетрясения, извержения вул­канов, цунами, сели, оползни, обвалы. С такими явлениями связывают обычно геофизический риск.
2. Климатические ЧС, в том числе — засухи, тропические цикло­ны (штормы, торнадо), пылевые бури, сильные холода или жа­ра, причем особое внимание привлекают антропогенные воз­действия на глобачьный климат, а также на слой озона. В этих случаях говорят о климатическом риске.
3. Гидрологические ЧС, включая, в частности, речные наводне­ния, быстрые затопления морских побережий, медленные, но масштабные колебания уровня озер, внутренних морей, пере­мещения русел рек. С этими ЧС связан гидрологический риск.
4. Биологические ЧС. К ним обычно относят появление в боль­шом количестве различного рода вредителей (например, саран­чи), эпидемии среди людей и других живых организмов. Сюда же следует отнести уменьшение биоразнообразия. Здесь имеет­ся в виду биологический риск.
5. Антропогенные катастрофы различного масштаба — техноген­ные ЧС. Среди них доминируют загрязнения природной среды (чаще всего — техногенные). Сюда же следует отнести обезле-сивание местности, опустынивание, эрозию и засоление почв (вследствие гидромелиорации земель), пожары, формирование существенно неблагоприятной опасной обстановки, обуслов­ленной различного рода техногенными сооружениями — пло­тинами, дамбами, каналами, водохранилищами и др. В этом случае чаще всего говорят об антропогенном риске, хотя не будет ошибкой назвать его экологическим риском. Впрочем, это не принципиально, хотя важно для систем управления в плане раз­деления ответственности. Для органов власти надо знать, кто за что отвечает.

Очевидно, что четкого разграничения отдельных разновидно­стей риска иногда провести невозможно, так как возникшие ЧС имеют смешанное происхождение. Например, цунами — это одно­временно и геологическое (по происхождению) и гидрологическое (по последствиям) явление. С другой стороны, пожары чаще все­го имеют не природное, а антропогенное или смешанное проис­хождение.

4.2. Пространственно-временные особенности ЧС и факторы, формирующиеся при их возникновении

В глобальных масштабах общие закономерности про­странственного распространения опасных природных и техноген­ных явлений изучены сравнительно хорошо. Однако наиболее зна­чима информация о конкретном, точном месте развития конкрет­ного явления, но именно подобные сведения часто отсутствуют. Так, например, невозможно достаточно достоверно предсказать точное местоположение эпицентров будущих землетрясений (хотя в этом направлении и достигнут значительный прогресс), площадь зоны распространения (воздействия) вулканического извержения, области затопления территории речными или морскими водами.

Именно отсутствие подобных точных сведений усиливает по­следствия бедствий, подобных, например, катастрофическим на­воднениям на реках Миссисипи и Миссури в США в 1972-м и в 1983 гг. Зона распространения вод была неожиданно слишком об­ширной, что привело к бедствиям в национальных масштабах. Как было установлено позднее, подобные катастрофические наводне­ния случаются, соответственно, один раз в 100 или в 500 лет.

Очаги и источники возможной дестабилизации окружающей среды, имеющие техногенное происхождение, как правило, узко локализованы и поэтому в ряде случаев сравнительно хорошо известны. Большая часть техногенных катастроф возникает в про-мышленно развитых государствах, в местах сосредоточения про­мышленных производств, особенно химической ориентации. Та­кие места чаще всего приурочены к городам. Показательно распре­деление на планете 339 крупнейших инцидентов загрязнения воздуха (1900—1990 гг.), вызванных авариями на химических пред­приятиях, трубопроводах и на транспорте. Лишь более одной трети из них произошли в Азии и в странах Латинской Америки. Больши­нство же аварий отмечалось в странах Западной Европы, США и Канаде. В последнее время ситуация радикально изменилась, так как в результате массовой «миграции» опасных производств в раз­вивающиеся страны, именно там участились аварии.

Сведения о локализации возможных техногенных экологичес­ких катастроф, их зон распространения и последствий во многих случаях очень скудны. Неожиданными, например, были послед­ствия распространения радиоактивного загрязнения почвы всле­дствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Разумеется, неиз­вестны места возможных прорывов дамб и нефтепроводов, которые иногда сопровождаются катастрофическими разливами воды и нефти (например, происшедшим в 1997 г. в Республике Коми).

Для пространственного распределения катастроф типична сильная неоднородность. Например, в 2002 году континенты и стра­ны характеризуются следующими показателями: Африка — число катастроф 51 (погибло 661 человек), Америка — 181 (825), Азия — 261 (8570), Австралия и Океания - 69 (61), Европа — 136 (459).

Информация о времени возникновения катастрофы с серьез­ными последствиями — один из важных факторов снижения риска. К сожалению, получение подобной информации возможно только для некоторых типов природных и техногенных катастроф. Такого рода информация основывается как на сведениях — непосред­ственных признаках наступления того или иного явления, так и на статистической информации о повторяемости явлений. Однако по­строить теорию прогноза катастроф на основе данных статистики пока не удается.

Степень риска опасных явлений может быть оценена с точно­стью до сезона года и детальнее. Это касается, например, возмож­ности возникновения пожаров в Средиземноморской Франции. От 40 до 70 % пожаров возникает там обычно летом (в период засушли­вой погоды и сильных ветров). Редко большие пожары развиваются зимой — в морозную сухую и ветреную погоду. Летом, как показы­вает статистика, большинство пожаров развивается с 11 до 17 ч.

Риск формирования тропических циклонов на Атлантическом побережье Северо-Западной Европы изменяется в течение года. По данным наблюдений за 1959—1969 гг. он наиболее велик для зим­них месяцев (50,6 %). Риск от циклонов меньше в 1,5 раза осенью (32,9 %). Еще реже циклоны поражают прибрежные страны весной (в 14,1 % случаев).'Минимален риск от циклонов летом, но в это время года они особенно неожиданны и опасны.

Статистические данные не позволяют достоверно предсказать момент возникновения катастроф. Так, например, для наводнений на р. Ним во Франции статистически найденный интервал повто­рения катастрофических наводнений был определен в 150—180 лет. Однако за период 1557 по 1858 г. (т. е. за 300 лет) не произошло ни одного наводнения. Напротив, за последующий промежуток време­ни в 130 лет здесь случились три больших наводнения: в 1859, 1868 и в 1988 гг. При этом два из этих наводнений следовали одно за дру­гим через 9 лет.

Таким образом, на риск от опасных явлений существенно влия­ют внезапность, интенсивность, скорость, продолжительность и частота их развития. Например, отчетливо выраженных практиче­ски значимых временных закономерностей развития землетря­сения и извержения вулканов не обнаружено. Нет таких законо­мерностей и в развитии техногенных катастроф (хотя, разумеется, определенные связи их с природными явлениями существуют). Развитие и масштабы экологически опасного природного или тех­ногенного явления нередко зависят от условий природного фона, который может (как, например, сильный ветер во время развития пожара или выброса загрязнений в атмосферу) благоприятствовать или, наоборот, препятствовать распространению явления и, следо­вательно, усиливать или ослаблять его поражающее воздействие.

Формирующиеся при техногенных авариях и катастрофах фак­торы оказывают поражающее воздействие на человека и окружаю­щую среду и довольно разнообразны по своей природе. Это обстоя­тельство обусловливает их поражающий эффект.

Факторы, обусловленные хозяйственной деятельностью. В число таких факторов техногенной опасности, возникающих при авари­ях и катастрофах на взрыво-, пожаро-, радиационно-, химически опасных объектах и различного рода гидротехнических сооружени­ях, входят:

а) температурные, механические факторы и факторы, об-
условленные высоким давлением:

* формирование, распространение и воздействие на объекты окружающей среды волн избыточного давления (ударных волн) при взрывах;
* формирование, распространение и воздействие на объекты окружающей среды тепловой радиации и конвективных тепловых потоков при пожарных и объемных взрывах;
* формирование полей осколков и воздействие разлетающихся осколков на объекты окружающей среды при взрывах;

б) физические факторы:

* образование, распространение и воздействие на человека и другие популяции электромагнитных и акустических полей, обра­зующихся при различных авариях;

в) химические факторы:

* формирование, распространение и воздействие на объекты окружающей среды облаков загрязненного вредными химическими веществами воздуха;

— формирование зон химического загрязнения (заражения) территорий, акваторий и объектов;

г) радиационные факторы:

* образование и воздействие на объекты окружающей среды радиационных полей из зоны аварии на объекте с ядерной технологией;
* формирование, распространение и воздействие на объекты окружающей среды радиоактивных облаков, источником ко­торых является аварийный объект с ядерной технологией;
* формирование зон радиоактивного загрязнения (заражения) территорий, акваторий и объектов;

д) гидродинамические факторы, возникающие при разрушении гидротехнических сооружений напорного фронта (плотин, гидроузлов, запруд) и естественных плотин:

* образование волны прорыва и воздействие этой волны при своем продвижении на объекты окружающей среды;
* затопление территорий и объектов.

Наряду с факторами, обусловленными хозяйственной деятель­ностью следует указать также факторы природного характера.

Опасные факторы природного характера. Возникновение и раз­витие опасных факторов природного характера происходит при различного рода геофизических, гидрологических, метеорологиче­ских и других крупномасштабных явлениях, связанных с измене­ниями в природной среде.

Анализ природных явлений, создающих опасную ситуацию и требующих принятия неотложных мер по защите населения и тер­риторий, показывает, что перечень основных опасных факторов при этих явлениях может включать:

а) при землетрясениях, вызываемых естественными географическими причинами (миграцией и деформацией тектонических
плит, из которых состоит земная кора, вулканическими явлениями), а также обвалами и крупными оползнями:

* гипоцентральные сейсмические волны (продольные и попе­речные);
* поверхностные сейсмические волны;

б) при извержении вулканов, сопровождающихся выделением
большого количества энергии из недр Земли с огненной лавой,
парами воды и газами, с взрывными эффектами:

* лавовые потоки;
* вулканические грязевые потоки;
* распространение вулканических газов;
* вулканические наводнения;
* вулканические взрывы;

в) при наводнениях, обусловленных половодьями, паводками на
реках, ветровым нагоном воды и сопровождающихся затоплением больших территорий, прилегающих к рекам, озерам или водохранилищам, — водные потоки;

г) при селевых потоках (потоках воды с обломками горных пород),
внезапно возникающих в бассейнах горных рек и характеризующихся резким подъемом уровня воды, а также эрозионным разрушительным эффектом, — удар о препятствие, сила которого зависит от объема селевых выносов, скорости и времени движения селевого потока и является мерой опасности этого поражающего фактора;

д) при снежных лавинах в горах, то есть низвержении со склонов
гор под действием силы тяжести снежных масс — высокоскоростное движение и удар снежной лавины о препятствие, сила которого служит мерой опасности лавины;

е) при оползнях в горах, то есть смещении масс горных пород по склонам под действием силы тяжести, причиной которого являются факторы климатического, гидрологического, сейсмо-тектонического, антропогенного характера, — движение большой
массы грунта по склону, сопровождающееся значительной деформацией земной поверхности;

ж) при цунами, то есть огромной силы, большой длины и амплитуды морских приливных волнах, причиной образования которых являются подводные землетрясения (в 90% случаев), подводные извержения вулканов и оползни на морском дне, — ударная сила волны цунами;

з) при ураганах, бурях и смерчах, характеризующихся высокой динамичностью и большой разрушительной силой, — скоростной напор воздушного потока и значительные градиенты давления внутри вихря.

Возникновение и развитие опасных природных факторов, как правило, носит случайный характер. Вместе с тем некоторые из них, уже на имеющемся уровне знаний, поддаются прогнозиро­ванию.

4.3. Риск ЧС. Причины и следствия

Для анализа риска ЧС необходимо определить, по каким видам (типам) риска этот анализ надо проводить. Выше мы уже рассматривали этот вопрос. Однако в случае ЧС возможны и другие классификации рисков, связанные с определенным опытом и спе­цификой деятельности этого ведомства.

В общем случае разработать такую классификацию весьма не­просто по той причине, что природных и техногенных катастроф чрезвычайно много. Поэтому можно пойти по другому пути и пред­ложить более упрощенные варианты такой классификации. Напри­мер, это может выглядеть так.

1. Типы рисков по объектам исследования:
* человек: индивидуальный риск, риск генетический;
* общество: социальный, психологический, нравственный, правовой, политический, демографический, технический, экономический, ресурсный;
* окружающая среда: биологический, экологический, геогра­фический.
1. Типы рисков по видам воздействия:
* химические;
* радиационные;
* биологические;
* пожаровзрывоопасные;
* транспортные (автотранспорт, речной транспорт, морской транспорт, железнодорожный транспорт, авиационный транспорт, продуктопроводный транспорт);
* стихийные бедствия и т. п.
1. Типы рисков по виду рассматриваемых параметров ущерба:
* риск поражения человека;
* риск летального случая;
* риск материального ущерба;
* риск ущерба окружающей среде;
* интегральный риск.

4. Для управления рисками целесообразно ввести следую­щие категории рисков:

* индивидуальный риск;
* социальный риск;
* приемлемый риск;

— неприемлемый риск;

* пренебрежимый риск;
* вынужденный риск;

—непрофессиональный

Если вспомнить классификацию рисков, приведенную во вто­рой и третьей частях книги, то нетрудно видеть, что в приведенной схеме появились два отличия:

1. риск связывается с параметрами ущерба, и
2. вводятся дополнительно и определяются несколько рисков ис­ключительно для целей управления.

Введение этих двух блоков не снимает трудностей в практиче­ской работе, потому что весьма сложно достичь соглашения по определениям приемлемого риска, пренебрежимого риска, вынуж­денного риска и т. д. Установить такие критерии в России невоз­можно, так как, в отличие от Запада, в России риски выше, а эко­номические возможности ниже. Поэтому те карты риска, которы­ми снабжены многие западные методические указания по оценке риска, для России совершенно неприемлемы.

Обратимся к статистике и анализу ЧС и связанных с ними рис­ков.

Глобальный риск от природных и техногенных опасных явле­ний, согласно данным ООН за период 1963—1992 гг., характери­зуется следующими данными. Наибольшее количество бедствий, сопровождаемых гибелью 100 чел. и больше, было связано с навод­нениями (202 случая), тропическими штормами (153), эпидемиями (133) и землетрясениями (102) и крупными техногенными ава­риями (96).

Максимальное количество бедствий, каждое из которых сопро­вождается потерей годового ВНГТ в размере 1 % и выше, также приходится на наводнения и тропические штормы (76 и 73 случая, соответственно). На третьем месте — засухи (53 случая), а на чет­вертом (также как и в отношении гибели людей) — бедствия, вы­званные землетрясениями (24 случая).

Несколько иным оказалось глобальное распределение бед­ствий, которые породили гибель населения той или иной страны в количестве 1 % (или больше) от всего населения страны. В этом от­ношении первенствуют засухи (167 случаев), далее следуют навод­нения и тропические штормы (соответственно, 162 и 100 случаев). Риск от такого грозного феномена как землетрясения по-прежнему значительно меньше. С другой стороны, резко возросло количество…

4.4. Социально-экономические последствия ЧС

Как мы уже отмечали, одно из возможных толкований риска включает в равной степени как категории последствий, так и вероятности опасных событий. По соглашению, общепринятому в большинстве стран Европы, Азии и США, индивидуальный риск фатального исхода определяется как вероятность для каждого чело­века быть убитым в течение года в результате воздействия рассмат­риваемой опасной деятельности.

Общественный риск выражается соотношением между числом погибших вследствие некоторой единичной аварии и шансом (ве­роятностью) превышения этого числа. Нужно отметить, что данное определение общественного (социального) риска не является еди­нственным и трансформируется в зависимости от того, какая сфера деятельности человека рассматривается.

Таким образом, подтверждается высказанное положение, со­гласно которому риск может быть определен как некоторый много­мерный вектор, включающий в себя несколько показателей, оце­нивающих категории и вероятности последствий. Именно по этой причине количественно риск может быть представлен как безраз­мерная величина, и как величина ущерба, в том числе в денежном выражении или в числе человеческих жертв. Это и есть социаль­но-экономический аспект риска ЧС.

В качестве примеров индивидуального риска в таблице 5 приве­дены данные для населения США.

Напомним также, что социальный риск связан с субъективным восприятием и зависит от большого ряда факторов, включая психо­логию общества, уровень его образования, распределение грозы риска во времени, его контролируемость, новизну, значимость по­следствий и т. д. В последующих таблицах 6—9 приведены различ­ные сведения, содержащие социально-экономический аспект ЧС.

|  |  |
| --- | --- |
| Источник риска | Значение, 1/год |
| Автомобильный транспорт | 3 • 10"4 |
| Падения | 9 • 10"5 |
| Пожар и ожоги | 4 • 10"5 |
| Утопление | 3 ■ 10~5 |
| Отравление | 2 • 10~5 |
| Огнестрельное оружие | 1 • 10~5 |
| Станочное оборудование | 1 ■ 10"5 |
| Водный транспорт | 9 ■ 10~6 |
| Воздушный транспорт | 9 • Ю-6 |
| Падающие предметы | 6 • 10"6 |
| Электрический ток | 6 • 10~6 |
| Железная дорога | 4 • Ю-6 |
| Молния | 5 ■ 10"7 |
| Все прочие | 4 ■ Ю-5 |
| Общий риск | 6- ю-4 |
| Ядерная энергия (100 реакторов) | 2 ■ 10~10 |

Индивидуальный риск фатального исхода в год, обусловленный различными причинами

Из приведенных данных, представленных в этих таблицах, сле­дует, что социально-экономические последствия ЧС усугубляются, а нанесенный ущерб и количество погибших неуклонно возраста­ют. Это означает и соответствующий рост всех видов рисков.

Следует отметить, что на первом месте по ущербу и жертвам стоят такие природные катастрофы как наводнения. Доля жертв наводнений в общем числе погибших превышает 39%.

Что касается техногенных катастроф, то число жертв в них так­же достаточно велико.

Крупнейшие природные катастрофы XX века (число погибших 50 тыс. чел. и более).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Год | Страна, местоположение | Виды катастроф | Количество погибших (тыс. чел.) |
| 1908 | Италия (Мессина) | землетрясение | 120-150 (42-83) |
| 1911 | Китай (р. Янцзы) | наводнение | 100 |
| 1920 | Китай (Ганьсу) | землетрясение | 180 (200) |
| 1923 | Япония (Токио, Иокогама) | землетрясение | 140 (143) |
| 1930 | Турция | землетрясение | 50 |
| 1931 | Китай (р. Янцзы) | наводнение | 140 |
| 1939 | Чили (Чиллан) | землетрясение | 50 |
| 1948 | Туркмения (Ашхабад) | землетрясение | 110 |
| 1959-1961 | Китай | засуха | 30 000 [[2]](#footnote-2) |
| 1962 | Бангладеш | Наводнение, циклон | 50 |
| 1963 | Бангладеш | Наводнение, циклон | 50 |
| 1964 | Индия (Калькутта) | наводнение | 50-70 |
| 1970 | Бангладеш | Наводнение, циклон | 300 (265-500) |
| 1970 | Перу, Уругвай | землетрясение | 67 (66-700) |
| 1976 | Китай (Таньшань) | землетрясение | 242 (до 700) |
| 1990 | Иран | землетрясение | 50 (40) |
| 1991 | Бангладеш | Наводнение, циклон | 139 |

Наиболее крупные катастрофы по причиненному ими материальному ущербу (1 млрд. долл. США и более) за период 1976—1995 гг.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Страна, местоположение | Вид катастрофы | Число жертв | Ущерб (млрд. долл. США) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1976 | Гватемала | землетрясение | 22778 | 1Д |
| 1976 | Италия | землетрясение | 978 | 3,6 |
| 1976 | Китай | землетрясение | 242000 | 5,6 |
| 1979 | Югославия | землетрясение | 131 | 2,7 |
| 1979 | Карибы, США | ураган | 1400 | 2,0 |
| 1980 | Алжир | землетрясение | 2590 | 3,0 |
| 1980 | Италия | землетрясение | 3114 | 10,0 |
| 1984 | Канада(запад, районы страны) | засуха | — | 2,5(1,0) |
| 1985 | Чили | землетрясение | 200 | 1,2 |
| 1985 | Мексика (Мехико) | землетрясение | 7000 (10000) | 4,0 |
| 1985 | СССР(Украина, Чернобыль) | взрыв | 30(др. источ­ник — несколько тысяч чел.) | 30,0 |
| 1986 | Сальвадор | землетрясение | 1000 | 1,5 |
| 1986 | Иран | наводнение | 500 (424) | 1,5 (1,54) |
| 1987 | Бангладеш | наводнение | 1600 | 1,6(1,3) |
| 1988 | США | засуха | — | 9,0 |
| 1988 | США (Ямайка) | ураган Джильберт | 1000 | 11,0 |
| 1988 | Армения (Спитак) | землетрясение | 25 000 (до 50 тыс.) | 11,0 |
| 1988 | Бангладеш | муссон, наводнение | 2000 | 1,0 |
| 1989 | Италия | засуха | — | 1,5 |
| 1989 | США (Аляска) | авария танкера | — | 7,0 |
| 1989 | США (Калифорния) | землетрясение | 61 | 7,0 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1989 | Венгрия | засуха | — | 2,0 |
| 1989 | США (Карибы) | ураган Хуго | 100 | 9,0 |
| 1989 | Италия | разлив нефти в горах | — | 1,3 |
| 1990 | Зап. Европа | штормы | 140 | 1,5 |
| 1991 | Бангладеш | циклон, наводнение | 139 000 | 1,4 |
| 1991 | Ирак, Кувейт | война, разливы нефти, пожары | Нет данных | 500,0 |
| 1991 | США (Калифорния) | лесные кустарнико­вые пожары | — | 25,0 |
| 1992 | США (Флорида) | ураган Эндрюс | 34 | 16,0 |
| 1992 | Пакистан | наводнение | 3000 | 1,0 |
| 1993 | США (Средний Запад) | наводнение | 50 | 20,0 |
| 1993 | Индия, Непал, Бангладеш | наводнение | 3000 | 12,6 |
| 1994 | США(Нофридж) | землетрясение | 56 | 17,0 |
| 1994 | Китай | циклон, наводнение | 1260 | 7,0 |
| 1995 | Япония (Кобе) | землетрясение | 5000 | 100,0 |

Продолжение табл. 7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Регион | Число погибших 100 чел.иболее | Ущерб более 1% валового нац.продукта | Пострадавши е не менее 1% населения | Общее | % |
| Азия | 378 | 51 | 138 | 567 | 37,1 |
| Европа | 44 | 8 | 8 | 60 | 3,9 |
| Африка | 113 | 60 | 181 | 354 | 23,1 |
| Центр. Америка и Карибы | 32 | 59 | 65 | 156 | 10.2 |
| Северная Америка | 41 | 2 | 0 | 43 | 28,0 |
| Южная Америка | 77 | 31 | 51 | 159 | 10,4 |
| Австралия и Океания | 101 | 30 | 60 | 191 | 12,5 |
|  |  |  |  | 1530 | 100% |

Таблица 8

Число значительных бедствий по континентам за период 1963—1992 гг.

Среди природных катастроф лидирует Азия. Среди антропоген­ных и экологических катастроф лидируют Америка и Европа. Кон­тинентальные последствия имела Чернобольская авария. Сотни тысяч людей были облучены йодом-131. У нескольких тысяч детей был превышен аварийный норматив в 30 бэр.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид катастрофы | Убито | Ранено | Пострадало | Бездомные |
| Засухи и голод | 73606 | — | 58973495 | 22720 |
| Наводнения | 12067 | 10725 | 42584343 | 2870831 |
| Ветровые штормы | 28534 | 7468 | 9431063 | 989544 |
| Оползни | 1563 | 235 | 130986 | 106824 |
| Вулканические изверже­ния | 1009 | 278 | 92306 | 10664 |
| Землетрясения | 22956 | 36003 | 1764831 | 224006 |
| Техногенные катастро­фы | 580 | 5402 | 52704 | 8372 |
| Общее | 140315 | 54111 | 113029728 | 4232901 |

Среднее число людей, пострадавших ежегодно в 1968—1992 гг. от природных и техногенных катастроф (по данным Международной организации Красного Креста и полумесяца)

В таблице 9 отражены данные по значительному количеству при­родных и техногенных катастроф.

В странах Азии, Африки и Америки зарегистрировано 60, 52 и 51 природное и техногенное событие с материальным ущербом в каждом случае превышающем 1 млрд. долларов. Этот результат свидетельствует о настоятельной необходимости разработки тео­рии рисков и теории прогноза антропогенных и природных ка­тастроф.

Особенно важно выявление временной динамики всех видов катастроф и связанных с ними рисков. Этот вопрос исследован го­раздо в меньшей степени, чем пространственное и временное рас­пределение ЧС. Поэтому одним из «ключей» к пониманию раз­вития и даже прогнозу катастроф всех типов представляет собой выявление их ритмической составляющей. Несомненно, что, пре­жде всего, необходимо выявлять кратковременные составляющие в ритмике событий.

-----------------------------------------------------------------------

4.8. Прогнозирование природных и техногенных катастроф

С развитием цивилизации все более актуальной стано­вится проблема прогнозирования масштабности ожидаемых при­родных и техногенных катастроф. В первую очередь речь идет о возникновении и распространении опасных природных и техно­генных явлений, приводящих к гибели живых существ и причиня­ющих человеку серьезный экономический ущерб.

В настоящее время достаточно развиты различные варианты те­ории катастроф, анализ и оценка рисков. Однако их применение на практике наталкивается на серьезные трудности. Одной из причин такого положения дел является острая нехватка данных. Для устра­нения этого фактора требуется привлечение самой разнообразной аппаратуры, причем очень дорогостоящей, а также спутникового мониторинга.

Решением возникающих здесь проблем занимается экоинформатика, которая обеспечивает совмещение аналитически простых, полуэмпирических и сложных нелинейных моделей экосистем с обновляемыми глобальными базами данных. Многие международ­ные и национальные программы изучения окружающей среды, имея определенную проблемную и пространственную ориентацию, в последнее время повысили уровень тематической координации, чтобы достичь необходимого уровня эффективности. Примером та­кой координации являются программы Global Carbon Project (GCP) и Earth Observing System (EOS), в рамках которых сосредоточены наиболее эффективные информационные и технические средства оценки и прогнозирования динамических характеристик сложных систем, таких как система природа—общество (СПО).

По мнению ряда ведущих специалистов в области прогноза при­родных катастроф для развития конструктивных методов прогно­зирования требуется решение ряда крупных проблем. К ним отно­сятся:

1. Адаптация методов экоинформатики применительно к проблеме диагностики и прогнозирования природных катастроф во всем их многообразии и масштабности.

2. Формирование статистических характеристик природных катастроф в их историческом аспекте, выделяя категории и определяя пространственные и временные масштабы катастрофических изменений среды обитания живых существ.

**2.8. Оценка риска**

Истинная логика нашего мира — это подсчет вероятностей.

Д. К. Максвелл

Любая деятельность и все, связанные с ней мероприятия, направлены на достижение определенной цели. Поэтому планиро­вание мероприятий и принятие решений разного уровня (стратеги­ческих, тактических, оперативных) должно происходить на уровне осознанного отношения к риску, требующего оценки уровня риска.

Мы пока не умеем считать риски точно. Нет готовых формул, как, например, в механике Ньютона, в которой, взяв уравнения движения и разрешив их, мы получили бы требуемый результат.

«Подправим» Адамса, о котором упомянули выше, и скажем, что в отдельных относительно простых случаях, риски можно оце­нить. Проще всего это сделать в отношении технического риска, а при некоторых условиях и в некоторых других ситуациях, риск можно оценить довольно точно.

Риски пытаются оценить практически все люди. Делают это они, опираясь на собственный опыт, имеющиеся знания, интуи­цию и т. д. При этом речь идет о качественной оценке. Вполне дос­таточно оказывается оценок на уровне «риск большой», «риск неве­лик», а этим «риском можно пренебречь». Либо «риски выше», ли­бо «риски ниже».

Наука стремится к получению количественных оценок. Есть ли количественные методы или процедуры подсчета риска и насколь­ко они точны? Ответ тут утвердительный. Да, есть. Хотя достигае­мая при этом точность оставляет желать лучшего. Но универсаль­ных методов, приложимых для расчета любых видов риска, конеч­но, нет.

Объяснение этому состоит в том, что число ситуаций, в которых хотелось бы количественно оценить риск, чрезвычайно велико, и они могут заметно отличаться друг от друга, так что для каждой си­туации приходится рассчитывать риск по какой-либо подходящей методике. Иначе говоря, общих подходов к оценке риска пока не имеется.

За время существования «теории» риска не было разработано методического аппарата, с помощью которого можно было бы ко­личественно оценить его действенность и адекватность существую­щим угрозам и опасностям для населения, территорий и экономи­ки и для отдельного человека.

В практику теории риска вошла оценка полноты, достаточности и научно-технического уровня решения тех или иных конкретных задач. Однако методика этой оценки носит в основном качествен­ный характер. В этой связи рассмотрим и прокомментируем неко­торые наиболее известные и распространенные методы оценки тех­ногенного и экологического риска.

По одной из возможных классификаций различают четыре ос­новных метода оценки риска и довольно большое число специаль­ных методов. К основным методам относятся:

* Инженерный метод
* Модельный метод.
* Метод экспертных оценок.
* Метод социологического опроса.

Инженерный метод представлен так называемым логико-веро­ятностным рассмотрением возможного сценария развития событий (ЛВ-теория, базирующаяся на применении Булевой алгебры, или алгебры логики). При этом пользуются понятием «дерева» со­бытий. Надо сказать, что усилиями Санкт-Петербургских ученых и, прежде всего, профессора И. А. Рябинина, этот метод разработан наиболее полно и показал неплохую работоспособность на практи­ке, особенно в оценке риска возникновения аварий определенного типа на подводных лодках.

Модельный метод представлен в литературе наиболее широко. Сюда можно отнести известный «Гарвардский метод», «Голланд­ский метод», метод «доза-эффект», метод, предложенный сотруд­никами Института атомной энергии им. И.В.Курчатова и многие другие менее известные подходы. В последние годы в этих моделях стали пользоваться термином «мерность». Имеется в виду одномер­ные, двумерные и даже трехмерные модели оценки рисков, напри­мер, при распространении загрязнений в атмосфере. Очень много моделей по оценке риска связаны с радиацией или влиянием эко­логически опасных факторов на здоровье людей. Некоторые из этих моделей чрезвычайно громоздки и сложны, и определить их эффективность не представляется возможным.

Метод экспертных оценок оставляет много лазеек для получе­ния «требуемого» результата при оценке. Здесь все зависит от чес­тности ученых, проводящих такую оценку. Конечно, точность этой оценки невелика, потому что она является качественной, а не коли­чественной и представляет собой некую сумму отдельных мнений.

Метод социального опроса тоже может только качественно определить доминирующее в этой группе людей отношение к риску и его величине. Тем не менее, этот метод имеет достаточно широ­кое распространение.

Приведем пять факторов, от которых может зависеть мнение людей:

* значимость последствий (ответ на вопрос, какие потребности будут удовлетворены и чем грозит неблагоприятный исход);
* распределение угрозы во времени (люди терпимее относятся к мелким авариям, чем к крупным катастрофам, которые проис­ходят гораздо реже);
* контролируемость (человек готов идти на высокую степень рис­ка в ситуации, когда он может предпринимать какие-то дей­ствия по снижению негативных последствий);
* добровольность (люди готовы примириться с высокими риска­ми, если они приняты добровольно);
* новизна (человек с большим доверием относится к старым, про­веренным технологиям, чем к новым, о которых он ничего не знает).

Таким образом, на восприятие риска отдельным человеком или группой людей влияют довольно значительное число параметров.

Перейдем к более детальному рассмотрению некоторых мето­дов. В общей постановке вопроса задача может быть сформулиро­вана как задача ***оценки источников опасности и риска по каким-либо, заранее оговоренным параметрам***. Эта задача включает в себя эколо­гические, технические, социально-экономические аспекты и нахо­дит свое решение в системном анализе искусственных (геотехниче­ских) и естественных систем. Общая предпосылка звучит так: чем более мощные потоки вещества, энергии, информации перераба­тываются в этих системах, тем большую опасность представляют для окружающей природной среды и человека технологические процессы. Необходимость решения этой задачи или хотя бы от­дельных ее аспектов и привела к появлению методов, которые представлены ниже.

**Метод материальных балансов.** Этот метод основан на системе дифференциальных уравнений, описывающих движение масс ве­щества внутрь системы и из нее, решение которой дает возмож­ность получить нормированные величины концентраций и интен­сивности поступления j-ro загрязняющего вещества в i-й компо­нент системы. На основе полученных данных косвенно можно рассчитать экологические риски, связанные с загрязнением окру­жающей среды вследствие работы промышленного предприятия.

**Экометрический метод оценки техногенного воздействия на при­родную среду.** Основы этого метода были заложены в СССР в на­чале 80-х гг. путем введения индекса относительной токсичности загрязняющего вещества и расчета величины относительной ток­сичной массы отхода производства, что позволило составить при­оритетные ряды загрязняющих веществ, источников их образова­ния и отведения в природную среду независимо от генезиса и места расположения.

Достоинства этого метода, наряду с простотой расчетов и дос­тупностью исходной информации — возможность сопоставления по уровню нагрузки на природную среду газообразных, жидких и твердых отходов и построения единых приоритетных рядов. Недос­таток метода заключается в том, что он базируется на концепции ПДК, а это уже подвергалось критике ранее. Метод получил свое развитие и совершенствование в 90-х гг.

Этот метод имеет множество преимуществ, но существует одно важное неудобство: нет возможности сравнивать уровень рисков от промышленных отходов, представленных в разных агрегатных со­стояниях.

**Энергетическая оценка техногенной и экологической опасности.**

Любой технологический процесс реализуется путем подвода (или отбора) энергии к перерабатываемому веществу. При этом изменя­ются не только форма, размеры исходного материала, но зачастую его физические свойства и химический состав. Изменяется химиче­ская активность, реакционная способность, а следовательно и ток­сичность продукта и отходов, контактирующих с природной сре­дой. Можно утверждать, что чем больше энергии прикладывается к единице перерабатываемого вещества, тем большую опасность представляют готовая продукция и отходы для биоты. На основа­нии изложенного оценка экологической безопасности и уровня техногенного риска может быть выполнена путем анализа общего потребления энергии. Практическая реализация энергетического метода осложняется неопределенностью численных оценок.

**Метод оценки экологического риска, основанный на понятии ПДК.** Сценарий первый. Нормирование качества главных компо­нентов природной среды заключается в установлении пределов до­пустимых изменений их свойств. Нормы должны устанавливаться по реакции самого чувствительного организма — индикатора, но практически наиболее часто устанавливают санитарно-гигиениче­ские или экономически целесообразные нормативы.

В качестве количественной меры загрязнения природной среды в России и ряде других стран используются предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном возду­хе, воде и почве, устанавливаемые санитарно-гигиеническими ме­тодами. Разработаны и утверждены ПДК химических веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений и населенных мест (среднесуточные и максимально разовые), для рыбохозяй-ственных и культурно-бытовых водоемов и почвы. Качество при­родной среды по уровню загрязнения считается удовлетворитель­ным при соблюдении двух основных условий: концентрации инди­видуальных загрязняющих веществ Сi должны быть меньше их ПДК Сi m ПДКi. При наличии группы веществ однонаправленного действия, одновременно присутствующих в воздушной среде, сум­ма отношений их концентраций должна быть меньше единицы:

 n

∑(Ci/ ПДКi)\*m1

 i=1

В сопоставлении со значениями ПДК экологическую обстанов­ку характеризуют по степени неблагополучия в соответствии с раз­работанной шкалой оценок.

Отметим недостатки метода. ПДК устанавливаются для различ­ных компонентов природной среды и не коррелируют между собой. В результате даже специалисту трудно ответить на вопрос, что будет опаснее для биоты: выброс загрязняющего вещества в атмосферу или искусственный перевод его в жидкую фазу. Такой «односредовый подход» стимулирует «игру в токсичные оболочки» путем при­менения мокрой очистки выбросов в атмосферу с образованием загрязненных сточных вод; реагентной очистки стоков с образова­нием токсичных шламов; сжигание осадков, сопровождающееся загрязнением атмосферы, в том числе высоко токсичными диокси­нами. ПДК не учитывают региональные климатические условия. Они едины для всей страны и для любого времени года, что не отве­чает физико-химическим закономерностям поведения вещества в природной среде. ПДК связаны с региональными условиями и вре­менем года.

Из сказанного следует, что ПДК и производные от них норма­тивы ПДВ — предельно допустимый выброс в атмосферу, ПДС — предельно допустимый сброс в водные объекты, ПДРО — предель­но допустимое размещение твердых отходов, недостаточно коррек­тно отражают реальную техногенную нагрузку на природную среду. ПДК — сугубо санитарно-гигиенические, антропоцентрические нормативы, которые не могут адекватно оценить уровень техноген­ного и экологического риска и экологической безопасности. На­зрела необходимость разработки новых методов, базирующихся на более адекватных критериях.

Однако, в настоящее время концепция ПДК не только является общепринятой в России, но и заложена во все нормативно-право­вые документы. Таким образом, при всей обоснованности критики в ее адрес, эта концепция пока остается основной, хотя и не препя­тствует применению других методов для оценки экологического риска и управления экологической безопасностью.

**Сценарий второй.** В этом методе нормирование техногенных воздействий, а значит поддержание экологического риска на при­емлемом уровне, на природную среду при помощи санитарно-гиги­енических нормативов ПДК реализуется через их производные: предельно допустимые выбросы в атмосферу — ПДВ и предельно допустимые сбросы в водные объекты — ПДС. Этот вид нормиро­вания основывается на обеспечении значений ПДК на границе санитарно-защитной зоны предприятия или в расчетном створе вод­ного объекта. Нормы образования и размещения твердых отходов определяются на основе комплексного анализа технологических процессов и региональных характеристик природной среды.

Главное достоинство такого подхода состоит в создании научно обоснованной системы принятия решений об экологическом рис­ке, связанном с реализацией проектов, хозяйственной деятельнос­ти, которая может негативно воздействовать на природную среду. ОВОС является основным документом, содержащим в обобщен­ном виде все материалы, необходимые для проведения государст­венной экологической экспертизы.

Для действующих предприятий и хозяйственных объектов оценка их экологической опасности (риска) производится метода­ми экологического аудирования и на основе специальных иссле­дований.

Так, для оценки риска загрязнения поверхностных водных объ­ектов используется методика, основанная на том положении, что опасность хозяйственного воздействия на водный объект измеряет­ся объемом свежей воды, необходимой для восстановления вызван­ного этим нарушением естественного баланса водной системы.

**Метод оценки техногенного и экологического риска, основанный на применении предельно допустимых нормативов отведения отходов в природную среду.** Нормирование техногенных воздействий при помощи предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу и предельно допустимых сбросов (ПДС) в водоемы основывается на обеспечении нормативов ПДК в точках контроля. Для атмосферно­го воздуха — это граница санитарно защитной зоны предприятия. Для стоков в водные объекты, расположенные в черте населенного пункта, — ПДК в месте выпуска. Если выпуск расположен за преде­лами населенного пункта — ПДК в 1 км ниже по течению реки или в 0,5 км от места выпуска в непроточный водоем.

Далее опять возвращаются к документу ОВОС, в котором обоб­щены все данные об источниках образования отходов производ­ства, отведения их в природную среду, составе и эффективности очистных сооружений. В ОВОС приводится перечень мероприятий по защите природной среды при нормальных условиях эксплуата­ции и в случае неблагоприятных метеоусловий, включая защиту ат­мосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, недр, флоры и фауны.

Достоинство методологии ОВОС состоит в создании научно об­основанной системы принятия решений об экологической безо­пасности проектов, реализация которых может оказать негативное воздействие на природную среду.

**Метод оценки техногенного и экологического риска основанный на исследовании эколого-экономической эффективности производ­ства.** В качестве основного критерия технической и экологической безопасности, а значит и уровня риска, используется коэффициент эколого-экономической эффективности (оптимальности) техноло­гических процессов. Выводы относительно степени экологической безопасности (а значит уровня экологического риска) производства могут быть сделаны при помощи специальных таблиц. Эти таблицы разрабатываются на основе анализа и экологического аудита не­скольких сотен промышленных объектов, расположенных в раз­личных природных условиях и относящихся к разным отраслям промышленности.

**Еще один метод энергетической оценки техногенного и экологиче­ского риска.** Для урбанизированных регионов с разнообразными природными объектами и хозяйственными функциями уровень ри­ска может быть определен путем оценки предельно допустимой техногенной нагрузки на основании энергетического подхода.

В этом случае оказывается достаточным определить предельно допустимое потребление энергии всеми природными объектами, расположенными на исследуемой территории (ЕПД) и фактичес­кий расход топлива и энергии всеми хозяйственными объектами на этой территории (Е). В этом случае ЕПД выступает как энергетиче­ский эквивалент суммарной предельно допустимой техногенной нагрузки. Если ЕПД = Е, экологическая техноемкость территории не превышена и экологический риск тем меньше, чем больше раз­ность между ЕПД и Е.

**Метод оценки риска для редких событий.** В тех случаях, когда речь идет о редких опасных событиях и явлениях техногенного или природного характера, вероятностный подход к оценке риска не­приемлем.

Альтернативным вероятностному является подход, основанный на субъективной логике. В этом случае в рассмотрение вводится определенная мера субъективных мнений и убеждений. Обращение мнений в критерий экологического риска предусматривается с ис­пользованием метода экспертных оценок и проведением расчетов, например, по формуле Байеса. В таком подходе неизбежно могут возникнуть нетривиальные, а порой противоречивые суждения и выводы. Противоречия снимаются с привлечением аппарата прав­доподобных рассуждений.

В одной из предлагаемых методик экологически опасную ситуа­цию предлагается характеризовать показателем «значимости-тре­вожности», непосредственным образом связанным с возможной тяжестью рассматриваемого события и вероятностью реализации последствий. Под этой вероятностью и понимается уровень техно­генного и экологического риска. Показатель «значимость-тревож­ность» имеет смысл численной характеристики возможных затрат на ликвидацию последствий ЧС.

Суть дальнейшего анализа в этом методе сводится к следующе­му. Для каждого из классифицированных событий или вида после­дствий производится экспертная оценка риска в смысле шанса воз­никновения или реализации события. Результаты оценки выража­ются в процентах. При данной величине риска по мнению эксперта событие возникает так часто, что ситуация характеризуется как значимая — тревожная.

На основе статистической обработки данных, полученных от экспертов, строится графическая зависимость уровня риска от сте­пени опасности события или тяжести последствий. Эта зависи­мость носит, как правило, характер, близкий к экспоненциально­му. Далее вводится показатель неопределенности реализации рас­сматриваемого экологически опасного события Н, определяемый по формуле ***H= -к\* Ln\* R***, в которой *к* — коэффициент, определяе­мый по экспертным данным, *R* — риск.

Этот метод может быть уточнен, если ввести в рассмотрение не­четкие (размытые) множества интенсивности, выражающие сте­пень опасности события (тяжесть последствий):

1. нулевая;
2. исключительно слабая;
3. очень слабая;
4. слабая;
5. не слабая, не сильная;
6. сильная;
7. очень сильная;
8. исключительно сильная;
9. предельно сильная.

Множества, выражающие возможность возникновения эколо­гически опасного события реализации последствий определенной степени тяжести:

1. никогда;
2. исключительно редко;
3. очень редко;
4. редко;
5. не редко, не часто;
6. часто;
7. очень часто;
8. исключительно часто;
9. всегда.

С использованием этих категорий интенсивности проводится дальнейший экспертный анализ, представляемый в виде графиков, относящихся к различным уровням показателя «значимость — тре­вожность». Из этих графиков уровень техногенного и экологичес­кого риска представляется не в численных оценках, а в шкале типа: очень низкий, низкий, средний, высокий, очень высокий.

В заключении следует отметить, что правомерность такого под­хода оспаривается достаточно большим количеством специалистов. Однако подавляющее большинство из этих специалистов ничего не предлагают взамен. В этой связи рассмотренный кратко метод оценки техногенного и экологического риска следует рассматри­вать как дискуссионный.

Мы привели некоторые методы оценки риска, а теперь попро­буем сделать обобщения. Как видно из вышеприведенных приме­ров при анализе риска могут использоваться самые разнообразные методические приемы. Каждый метод расчета риска разрабатывал­ся под определенные виды задач и, конечно, не является универ­сальным. Поэтому каждый метод имеет свои преимущества и не­достатки, что предопределяет ограниченные области его примене­ния.

Продолжая рассмотрение методов оценки риска, предлагаем обратиться к таблице 4, в которой собраны и кратко проанализиро­ваны только наиболее известные методы оценки рисков. Существу­ют оригинальные и мало известные методы оценки риска, а также методы, применяемые только для конкретных случаев. Разрабаты­ваются и новые методы. Наиболее перспективными из них пред­ставляются методы синергетики, нейросети, так называемые «рус­ла» и «джокеры», и другие. В силу высокой сложности применяе­мого математического аппарата, только небольшое количество специалистов способно работать этими новыми методами.

В заключении представляется целесообразным обратить внима­ние на общие рекомендации, которых имеет смысл придерживать­ся при построении схемы количественной оценки риска.

Характеристики методов оценки рисков

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название метода оценки уровня рисков | Преимущества | Недостатки |
| Статистиче­ский метод | Разрешает математически выразить вероятность на­ступления рисковых событий и размеров финансовых по­терь | Возможно использование при условии проявления рис­ка в деятельности конкретно­го предприятия или на пред­приятиях-аналогах. Отсутствие достоверной ин­формации о количестве рис­ковых событий и их финан­совых последствиях |
| Метод Мон­те-Карло | Анализ рисков связанный с возможностью работы с той же моделью, что и при обыч­ных расчетах, а учет риска происходит с помощью мно­гократного расчета модели.Есть возможность анализи­ровать и оценивать разные ситуации и учитывать разные факторы рисков в рамках од­ного подхода. | Невозможно осуществить учет зависимости факторов, входящих в модель.За счет того, что факторы считаются независимыми, происходит заниженная оценка уровня риска.Большая вычислительная трудоемкость. |
| Метод анализа целесообраз­ности затрат | Зная статью затрат, в которой риск максимален, можно най­ти путь его снижения. | Предприятие не анализирует источники возникновения риска, а принимает риск как целостную величину, таким образом игнорируя его со­ставляющие. |
| Метод экс­пертных оценок | Возможность применения в условиях неполноты инфор­мации или при выявлении того уровня риска, который не имеет аналогов. | Данный подход разрешает получить относительную оценку риска, но не дает представления об абсолют­ной величине возможного ущерба при реализации неко­торого решения и вероят­ность получения этого ущер­ба.В основе лежат субъективные оценки экспертов, которые зависят от их отношения к риску. |

Таблица 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название метода оценки уровня рисков | Преимущества | Недостатки |
| Аналитиче­ский метод | Объединяет в себе как воз­можность пофакторного ана­лиза параметров, которые влияют на риск, так и выяв­ленные возможные пути сни­жения его уровня путем влия­ния на них. | Существенные ограничения к своему использованию. Использует только для оцен­ки некоторого круга рисков предприятия. |
| Метод анализа чувствитель­ности | Требует минимальной стар­товой информации | Не учитывает, насколько ве­роятны или реальны ожидае­мые изменения отдельных факторов проекта, а также то, насколько изменение пара­метров проекта могут иметь совместный, а не изолиро­ванный характер. |
| Метод анализа сценариев | Предвидит одновременное изменение нескольких пере­менных параметров проекта | Разрешает только определить вероятностный (с точки зре­ния эксперта) диапазон изме­нений финансового результа­та проекта при наиболее не­удачном (пессмистичном) или наиболее удачном (опти­мистичном) изменении пара­метров проекта. |
| Метод «дерева решений» | Предвидит одновременное принятие нескольких реше­ний в условиях неопределен­ности, которые зависят от последствий предыдущего. | Необходимость в разработке всех возможных альтернатив развития для больших проек­тов может существенно по­высить трудоемкость расче­тов.Оценить вероятность всех возможных вариантов разви­тия проекта достаточно слож­но. Поэтому субъективное отношение экспертов будет всегда присутствовать в таких расчетах. |
| Метод исполь­зования анало­гов | Дает возможность обнару­жить уровень риска по любо­му направлению деятельнос­ти предприятия, когда отсут­ствует четкая база для сравнений. | В случае неучета прошлых и современных показателей в границах одной стадии очень высока вероятность получе­ния ошибки. |

Продолжение табл. 4

1. Определение и четкая формулировка целей при разработке спо­соба оценки риска.
2. Определение основных структурных уровней в общей схеме расчета риска.
3. Определение основных подсистем общей схемы расчета риска.
4. Предлагаемые схемы расчета рисков не должны быть громоз­дкими.
5. Количество подсистем и количество элементов системы расчета должно быть минимальным.
6. Каждый элемент и каждая подсистема общей схемы оценки ри­ска должны иметь четкое функциональное назначение.
7. Между элементами и подсистемами общей схемы должны су­ществовать четко определенные и действенные прямые и обрат­ные связи.
8. Жизнеспособность схемы расчета риска должна быть обеспече­на достаточным количеством необходимых данных.
9. В систему расчета риска должны входить только такие элемен­ты, работоспособность и эффективность которых проверена практикой.
10. В расчетную схему оценки риска целесообразно вводить проце­дуру итерации.

**Часть 3**

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ**

Введение

Слово «управление» — наиболее часто применяемое во всех сферах человеческой деятельности. Одной из сфер деятельнос­ти, в которой это слово является главным, является политика. Пре­зидент России и Госдума озабочены «улучшением» управления на уровне государства. Нужно сказать, что «кризис управления» харак­терен не только для России. На сегодняшний день — это общеми­ровая проблема.

Термин «управление» тесно связан с понятием доминирования, контроля и возможностью влияния на процессы для того, чтобы они развивались в желаемом направлении. В рамках отдельно взя­того человека, по-видимому, это связано с человеческой природой и в большей степени присуще мужчинам, нежели женщинам. Же­лание доминировать, контролировать и управлять характерно не только для отдельного человека. Это желание ярко выражено и на уровне групп людей, этносов, или отдельных национальностей, а также целых государств. Известно, что США сторонники «монопо­лярного мира» и не скрывают своего" желания управлять всем чело­вечеством, то есть доминировать, контролировать все и всех.

Людям свойственно желание управлять природой, обществен­ным сознанием и т. д., но при этом мало кто задумывается о смысле такого управления и о возможности его реализации. Очень часто людям только кажется, что они управляют ситуацией. Кроме того, часто происходит переоценка человеком своих возможностей в плане управления и реального влияния на ход тех или иных процес­сов. Как говорят, желаемое выдается за действительное.

Структурирование и упорядочение в науке означает, что в про­блеме управления необходимо четкое выделение, по крайней мере, трех основных компонентов:

1. Объект, система, процесс, явление, феномен, которым мы же­лаем управлять.
2. Человек или группа людей, которые желают или должны управ­лять.
3. Набор методов, средств, приемов, способов, структур, схем, си­стем, с помощью которых мы, воздействуя на то, чем мы управ­ляем, реализуем доминирование и контроль и достигаем по­ставленных целей.

С первыми двумя позициями особых проблем нет, так как всег­да есть то, чем надо управлять, и есть те, кто хочет или должен управлять. Есть феномен риска, которым надо управлять, или с по­мощью которого надо управлять, и есть люди, которые понимают, что надо научиться это делать.

Тут и появляется сложнейшая проблема — а как это все можно осуществить? Оказывается, что в нашем распоряжении не так уж много возможностей. В общем плане различают следующие спосо­бы управления риском:

1. Организационные.
2. Технические.
3. Технологические.
4. Экономические.
5. Командно-административные.
6. Информационные.
7. Интеллектуальные.

Ни один из этих способов, взятый в отдельности, проблему управления риском не решает. Чаще всего, приходиться применять несколько методов, используя наработки многих наук, то есть меж­дисциплинарный подход. Решением этой задачи занимается наука об управлении, которая, в свою очередь, распадается на ряд отдель­ных направлений. К этой науке тесно примыкает наука о принятии решений.

Что касается науки об управлении риском, то все началось еще со времен Бернулли и Колумба и активизировалось в конце XIX в., когда началась разработка актуарной математики. Предметом ее рассмотрения являются риски и их управление, что связано с тео­рией страхования жизни и построения пенсионных схем. В этой те­ории продолжительность жизни рассматривается как случайная ве­личина и ключевой функцией является функция выживания. Зная эту функцию, можно эффективно строить работу страховых компа­ний и управлять рисками. Затем, когда появились первые автома­ты, появилась теория автоматического управления, которая к на­стоящему времени является хорошо разработанной наукой. Но жизнь выдвигала все новые и новые задачи, кроме того, усложня­лись условия, в которых надо осуществлять это управление. Услож­нялись также объекты и системы, а значит и риски, которыми надо управлять.

Спустя сто лет в конце XX века возникли принципиально новые проблемы, обусловленные экономическими и демографическими факторами, что вновь обостряет и делает актуальной задачу управ­ления рисками.

Мир изменился и мы перешли в новую информационную ре­альность, то есть мы перешли от индустриального общества к «об­ществу риска». Многими специалистами этот переход связывает­ся с изменением системных свойств нашего мира. Эти изменения можно связать со следующими факторами:

1. Возникновение рисков, обусловленных длинными причинно-следственными связями.
2. Междисциплинарный характер риска.
3. Глобальные изменения.
4. Сокращение горизонта прогноза.

Системный кризис означает невозможность решить возникаю­щие проблемы в одной области и на одном уровне. Поэтому в на­стоящее время исчисление рисков, необходимое для построения эффективной системы управления рисками, включая математичес­кое моделирование, технологии принятия решений, анализ статис­тики, рассматривается как важнейшая область деятельности. Эта об­ласть деятельности служит связывающим звеном между естествен­ными, точными и гуманитарными науками. Иными словами, в отношении рисков и управления ими, мы находимся в области параметров, с которыми ранее человечество не встречалось.

Со стратегической точки зрения на проблему управления рис­ками можно посмотреть с разных позиций:

1. Создавать все заново. На это Нет ресурсов.
2. Максимально использовать все имеющееся наработки, одно­временно отказавшись от старых взглядов «отраслевого подхо­да» к проблеме управления рисками.

Как отмечено выше, нет единства мнений и относительно того, что считать руководящей идеей. Есть специалисты, считающие, что надо придерживаться «стратегии нормальных аварий», а есть спе­циалисты, считающие, что основой должна служить «стратегия ре­агирования на изменения свойств системы». Есть еще «стратегия гарантированной надежности», а также «стратегия с идеальным мо­ниторингом». Выбор есть, но он не так прост, и на практике прихо­дится пользоваться либо модификациями этих стратегий, либо их комбинациями.

Наконец, отметим, что, говоря о подходах, применяемых при решении задачи об управлении рисками, ученые и специалисты до­вольно сильно расходятся в толковании слов, обозначающих эти подходы. В последнее время все мы наиболее часто слышим слово­сочетание «системный подход» или «системный анализ». Найдутся достаточно много людей, которые возьмутся растолковать вам, что это такое. Но проявим сдержанный скептицизм. Особенно трудно объяснить, что такое «системный анализ». Слово «система» ассоци­ируется с понятием целого, а слово «анализ» означает разложение на части. Вот и попробуйте примирить эти две противоположности. Правда есть Закон синтеза, позволяющий временно удерживать эти противоположности вместе до того момента, как будет найдено но­вое понимание вопроса. Можно сказать иначе «Анализ систем». При таком словосочетании некоторая неопределенность снимает­ся, если под этим понимать анализ объектов, рассматриваемых как системы. Что касается словосочетания «системный подход», то его разъяснение будет дано и проиллюстрировано ниже по ходу из­ложения материала.

**3.1. История взаимосвязи управления и риска**

Управление и риск существовали всегда с момента появ­ления человечества. Управление осуществлялось с учетом риска на основе интуиции, опыта и здравого смысла и являлось эмпириче­ским. Управление обеспечивало выживание человека и общины. На более поздних стадиях развития человечества появились госуда­рства. Управление осуществлял верховный правитель страны на ос­нове свода правил и установок религии. Основа такого управления в обществе сохранилась в своих чертах до наших дней. В последую­щем для более эффективного управления в практику решения час­тных задач внесли элементы математической теории управления и математической теории оптимизаций.

Во времена промышленной революции возникла классическая теория управления (регулирования) отдельными механизмами, уст­ройствами и процессами, основанная на описании динамики объ­ектов дифференциальными уравнениями. При управлении риск учи­тывался косвенно по критериям устойчивости, возможности резо­нансных явлений и разрушения и т. д. Успехи классической теории управления колоссальны, например управление запуском и дви­жением космического корабля. В создание классической теории управления наиболее ценный вклад внесли Н. Chestnut, R. W. May­er, F. R. Bellman, Л. С. Понтрягин, Я. 3. Цыпкин и др.

Во время Второй Мировой войны для целей управления воз­никла такая математическая дисциплина, как исследование опера­ций (Джон фон Нейман и др.), использующая системный подход к постановке задач и принятию решений. В последующем эта дис­циплина почти полностью переключилась на теорию игр и решение оптимизационных задач методами линейного и нелинейного про­граммирования. Были созданы методы для решения отдельных задач оптимизации с критериями экономической эффективности (транспортная задача, раскрой материала и т. д.).

Сразу же после второй мировой войны возникла кибернетичес­кая теория управления (Н. Винер и др.). В ней по наблюдаемым па­раметрам на входе и выходе объекта строилась математическая мо­дель объекта в виде так называемого «черного ящика» Такое управ­ление использовалось для решения частных задач оптимального управления. Риск при таком управлении рассматривался как веро­ятность неуспеха в достижении цели из-за неадекватности модели и наличия помех.

В 1952 году появилась наука управление риском инвестиций, ког­да Г. Марковиц сформулировал задачу выбора оптимального по­ртфеля ценных бумаг. Для каждой ценной бумаги в портфеле учи­тывались: доходность как математическое ожидание и риск как среднеквадратическое отклонение и мера неопределенности доход­ности. Вводились такие новые понятия, как диверсификация, кри­вые безразличия, достижимое и эффективное множества портфе­лей. Вклад Г. Марковица был значителен, и ему была присуждена Нобелевская премия по экономике за 1990 год. В дальнейшем тео­рия портфеля была развита как теория VaR (Value-at-Risk) в рабо­тах Д. Тюбина, Д. Маршалла, У. Шарпа, С. Росса.

С появлением ЭВМ возникло так называемое информационное управление (В. М. Глушков, В. И. Скурихин и др.), а точнее, АСУ — автоматизированные системы управления. Эти системы имеют:

об охране окружающей среды. Попробуем и мы поговорить на эту тему, но уже с учетом того, что сказано в первой части нашего по­вествования.

Слова «опасность» и «безопасность» относятся к наиболее часто употребляемым. Ими пользуются постоянно простые люди, их за­таскали политики, с экранов телевизора тоже толкуют каждый день об опасностях и безопасности. Что же при этом имеется в виду? Даже беглый взгляд показывает, что все эти люди имеют в виду, во­обще говоря, разные вещи.

Нет согласия и среди ученых. Действительно, обратимся, на­пример, к недавно принятому Государственному стандарту Россий­ской Федерации. Аспекты безопасности ГОСТ Р51898-2002 РФ по проблеме безопасности. Дата введения 2003-01-01!

В этом документе опасность определяется как потенциальный источник возникновения ущерба, безопасность — как отсутствие недопустимого риска. С точки зрения «ключевого слова», опас­ность идентифицируется с источником, а безопасность рассматри­вается как отсутствие чего-то. Кстати, «недопустимый риск» также требует своего определения

В других литературных источниках под термином «опасность» понимается ситуация в окружающей человека среде (природной и социальной), в которой при некоторых условиях (случайного или детерминированного характера) возможна реализация нежелатель­ных событии (военного, технического, природного, экономическо­го или социального характера — аварий, стихийных бедствий, эпи­зоотии, эпидемий, экономических или социальных конфликтов и т. д.), и, как следствие, возникновение в окружающей среде тех или иных угроз, способных привести к нежелательным последствиям — ущербу для личности, общества, природной среды. Опасность — это ситуация, постоянно присутствующая в окружающей среде, но характеризующаяся только потенциальной возможностью к воз­никновению чрезвычайной ситуации (ЧС).

Мало того, что это очень длинное определение, оно еще и мало­вразумительно, потому что «обставляет» этот термин многими дру­гими, требующими также своего определения. Попробуйте опреде­лить, например, слово «ситуация» и у вас немедленно возникнут за­труднения. Но все же видно, что здесь опасность — это, прежде всего, ситуация.

Есть и другие определения опасности, мы не будем их приво­дить. Ясно, что науке хотелось бы попробовать обобщить это поня­тие, сделать его общепринятым, универсальным, применимым, если не ко всем, то хотя бы к большинству сфер деятельности че­ловека.

Затруднения с толкованием понятия опасность связаны с тем, что все, кто пытается дать это определение, сами того не ведая, рас­суждают в рамках логики Аристотеля. Они всячески стремятся от­ветить на вопрос, а чем же является опасность. Но мы уже говорили в первой части, к чему это приводит. Вспомним, что идентифи­кационное «является» придает статичность этому понятию и вы­нуждает давать ограниченное конкретной ситуацией определение опасности. Отсюда такое обилие определений и даже отождествле­ние опасности и ситуации.

Зададимся вопросом, опасность — это самостоятельное сущест­вительное, или оно имеет смысл только рядом с глаголом — де­йствием? По нашему мнению верно второе. И вот почему. Понятие опасности неразрывно связано с дальнейшим развитием процес­сов. Все зависит от того, кто (что) участвует в процессе и как про­цесс развивается. Ведь никто не будет отрицать, что опасности воз­никают и исчезают. Таким образом, понятие опасности — это динамическое понятие, а не статическое. Это приводит нас к необ­ходимости определить опасность, связав ее с процессами, а не со структурой.

Возможный подход состоит в следующем. Попробуем опреде­лить опасность как существование (в смысле глагола) угрозы от че­го-то чему-то, от чего-то кому-то, от кого-то кому-то и от кого-то чему-то. Тогда логично подразделить опасности на три вида:

1) опасности реальные( проявленные);

2 ) опасности потенциальные;

3) опасности мнимые.

Опасности реальные — это, прежде всего, очевидные, объ­ективные опасности, существование которых подтверждено всей практикой человеческой деятельности. Примеров больше чем до­статочно.

Опасности потенциальные, а с ними мы постоянно имеем де­ло — это опасности нам известные, могущие проявиться при опре­деленных обстоятельствах. Здесь тоже каждый желающий может найти массу примеров.

Наконец, опасности мнимые. Под мнимыми опасностями надо понимать такие, которые существуют потенциально, но нам они не известны, это не выявленные опасности, иначе говоря, мы о них ничего не знаем, но они существуют, либо опасности, о которых мы знаем, но считаем, что ими можно пренебречь. Разумеется, это деление тоже достаточно условно, так как развиваться процесс мо­жет разными сценариями и в плане деления опасностей на виды, один вид опасности может переходить в другой и — наоборот.

Но вот, что сейчас важно. Такое определение опасности легко увязать с понятием вероятности и ввести шкалу количественной оценки опасности посредством оценки вероятности. Такая шкала легко воспринимается человеческим сознанием и, как мы покажем ниже, может быть представлена множеством численных значений, лежащих в диапазонах 0—1, или 0 — 10, или 0 -100.

Обратимся теперь к определению понятия «безопасность». Начнем с критики. В ряде документов и Законов, безопасность определяется посредством слова «состояние». Например, «Безопас­ность человека, общества, окружающей человека природной среды в условиях возможных ЧС — состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, защищенности окружаю­щей природной среды от угроз, присущих той или иной ЧС при­родного и техногенного характера». Аналогичное определение бе­зопасности содержится в Законе об охране окружающей среды.

Слово «состояние» и в том, и в другом случае, является ключе­вым. Но давайте подумаем над тем, что такое «состояние».

В физике термин «состояние» имеет четкий и ясный смысл. Так, например, состояние материальной точки однозначно опреде­ляется заданием двух параметров — координаты и скорости (им­пульса). Состояние идеального газа определяется уже заданием пя­ти параметров — давления, объема, температуры, массы газа и его химического состава. Состояние электрона в атоме определяется заданием его вектора состояния (волновой функции) с соответству­ющими квантовыми числами. Эти примеры можно продолжить и не только из физики. Говоря о состоянии здоровья человека, врачи тоже указывают ряд параметров — давление, температуру тела, со­став крови и множество других. То есть даже медицина слово состо­яние понимает как задание совокупности параметров, определяю­щих это состояние.

Приведенные примеры относятся к нашим модельным пред­ставлениям о состоянии того или иного объекта. Физика оперирует достаточно простыми и ясными моделями. И в этом потрясающая сила этой науки. Недаром говорят — физика сильна своей методо­логией.

Что касается медицины, то тут дело сложнее, это подтверждает­ся тем, что очень часто на основании анализов медики все равно за­трудняются поставить диагноз и довольно часто ошибаются. Это говорит о том, что привлеченных параметров оказывается недоста­точно для определения состояния человека, либо не они являются определяющими.

Тогда мы вправе задать вопрос — как описать состояние объек­та, который в нашем случае представляет собой сложную социаль­но-техническую и биологическую систему? Мы берем на себя сме­лость заявить, что пока этого никто не знает. Чтобы описать состо­яние сложного объекта тоже надо привлечь параметры. Но сколько их должно быть? Какие из них главные, значимые? Какие из них внешние, а какие внутренние, каково соотношение между ними? Вряд ли у тех, кто давал определение «безопасности» есть ответы на эти вопросы. И вряд ли они знакомы с одной из теорем Геделя, ко­торая утверждает, что состояние сложного объекта в детерминиро­ванном виде описать не представляется возможным.

Может быть, безопасность имеет смысл определить через опас­ность? Ведь безопасность — это противоположность опасности, то есть ее отсутствие. Но как оформить это утверждение на вербаль­ном уровне и на языке формул, то есть количественно? Опять обра­тимся к примерам. В физике есть понятие упругости, обратная величина носит название податливости. Далее, всем хорошо извес­тное понятие электрического сопротивления имеет свою противо­положность — проводимость. Понятие вязкости имеет свою проти­воположность — текучесть. Эти и другие примеры говорят о том, что в количественном отношении опасность и безопасность могут рассматриваться как обратные величины. Значит, если мы опреде­лим опасность количественно, то оценка безопасности превраща­ется в простую арифметическую процедуру. Мы еще вернемся к этому вопросу, а пока попробуем, не влезая в лингвистические деб­ри, сформулировать понятие безопасности.

***Безопасность — это совокупность условий и факторов, обеспечи­вающих защищенность социума и природы от природных, техногенных и социальных катаклизмов, катастроф и действий, способных нанес­ти ущерб человеку.*** Обратите внимание, что мы обошлись без слова «состояние». Причем вложили в наше определение более широкий смысл. В чем это выражается? На сегодняшний день выделяют око­ло двадцати основных видов безопасности — государственную, военную, экономическую, продовольственную, технологическую, экологическую, информационную и т. д. Лингвистическая экви­либристика заключается в том, что наше определение безопасности и шире, и гибче, так как говорит о том, что разные виды безопас­ности должны обеспечиваться разными факторами и в разных условиях. Действительно, наличие ядерного оружия выступает как фактор, обеспечивающий военную безопасность. Обеспечение же экологической безопасности должно достигаться не ядерным ору­жием, а другими средствами.

Сделаем ряд замечаний. Так как «опасность» по одному из определений трактуется как «ситуация», то вполне понятно, что многие авторы связывают опасность с чрезвычайной ситуацией (ЧС), правда при этом сторонники такого определения тут же ого­вариваются и говорят о различиях в понятии опасности и понятии ситуации. Как следствие этого, при количественной оценке ЧС возникает ряд трудностей, так как необходимо учитывать не только вероятность реализации опасности, но и степень уязвимости об­щества к угрозам, обусловленным реализацией рассматриваемой опасности.

Термин «безопасность» любому человеку представляется впол­не понятным, однако на практике это понятие каждый понимает по-своему и зачастую трактует его как ему удобнее и выгоднее. В Толковом словаре В. Даля «безопасность — отсутствие опасности; сохранность, надежность». В советскую эпоху в академическом Словаре современного русского языка это понятие трактовалось так же, но в несколько урезанном виде — «как отсутствие опас­ности, сохранность».

Наиболее общее понятие «безопасность» употребляется приме­нительно ко многим процессам. Оно отражает не только присущие конкретному случаю специфические признаки безопасности субъ­екта и объекта, но включает в себя нечто общее, что и позволяет ис­пользовать это понятие в различных областях.

Безопасность с момента зарождения человечества является важ­нейшей потребностью человека. Как философская категория она выступает формой выражения жизнеспособности и жизнестойко­сти объектов материального мира. Однако столь прямолинейно упрощенное, чисто лингвистическое толкование данного понятия как отсутствие опасности или как «отсутствие угроз приобретен­ным ценностям», или как условие жизнедеятельности личности, общества и государства, представляется неправомерным, посколь­ку при этом как бы подразумевается возможность достижения по­добной идеальной ситуации. С точки зрения количественной оцен­ки это означает, что безопасность должна равняться бесконечнос­ти, что конечно, недостижимо. Если вспомнить наши рассуждения о человеческом мышлении и о человеческом сознании, то у безо­пасности есть объективная и субъективная составляющие и безо­пасность является одновременно и денотацией и коннотацией. По­этому категория «безопасность» — относительна и смысловое зна­чение приобретает только в связи с конкретными условиями, факторами, объектами или действиями.

**2.4. Определение понятия «риск»**

Понятие **риск** с древнейших времен известно практически каждому человеку и на бытовом уровне применяется наиболее часто в качестве приближенной оценки опасности (вероятности) срыва или невозможности реализации задуманного действия, ме­роприятия или процесса в целом или в отдельных их частях в самых разнообразных сферах человеческой деятельности.

Упоминание о риске мы находим в трудах Аристотеля, Плато­на, других древних и более поздних философов и исследователей. Мы слышим это слово в речах политиков, военных, финансистов, экономистов, спортсменов, медиков, представителей многих дру­гих профессий.

Не смотря на то, что понятие риска столь широко и давно известно и применяется в различных областях человеческой дея­тельности, до сих пор не существует общепринятого его определе­ния. Неоднозначна также роль риска как специального показателя оценки возможности реализации того или иного события. Расхож­дения здесь столь значительны, что по сути дела являются противо­положностями. Так, встречаются подходы, в которых риск и его оценка играют решающую роль. В то же самое время, достаточно заметное количество специалистов, в том числе и в области риска и методов его расчета, придерживаются мнения о нецелесообразно­сти применения этого показателя для оценки возможности реали­зации того или иного события, считают риск малоинформативной характеристикой.

Слово «риск» как утверждают филологи, появилось в европей­ских языках довольно поздно, только в конце XV века. Еще позже оно проникло в Россию и его первоначальное толкование означало «удаль», «отвагу», «действия на авось» (Словарь Даля). Основными сферами его применения стали мореплавание и торговля. Пример­но с этого времени возникло интуитивное различие между «опас­ностью» и «риском». Один из современных специалистов по риску формулирует его следующим образом: «Здесь есть две возможнос­ти. Либо возможный ущерб рассматривается как следствие реше­ния, то есть, обусловлен принятым решением. Тогда мы говорим о риске как о риске решения. Либо же считается, что причины риска вовне, то есть вменяются окружающему миру, и тогда мы говорим об опасности».

Наличие столь разных точек зрения вполне понятно, так как при расчете риска, определяемого, например, как мера вероятности нанесения заданного ущерба, конечный результат сильно зависит как от числа стартовых параметров, вводимых в расчет, так и от самого способа расчета риска. Так, например, в США существуют методики расчета риска возникновения аварий на промышленных предприятиях, в которых число стартовых параметров превышает тысячу единиц. Порой при расчете риска разными методами воз­никновения одного и того же события могут получиться принципи­ально отличные результаты.

Тем не менее, риск как показатель и его оценка, приобретают в наше время все более широкое распространение и значимость, что указывает на необходимость достижения консенсуса в толкова­нии понятия риск и совершенствовании и унификации методов его расчета.

***Понятие «риск» как сложное многогранное социально-полити­ческое явление объективно носит конкретно-исторический харак­тер и тесно связано с категорией «безопасность». Перед современ­ной наукой стоит актуальная проблема формирования системы знаний о безопасности человека и риске. В этой системе знаний должна занять достойное место формализованная наука о риске с соответствующими базовыми принципами и методологией.***

В науке и в повседневной жизни существуют не только разли­чия в понимании содержания понятия «риск», но и разные точ­ки зрения по поводу объективной и субъективной природы риска. Это выражается в том, что на сегодняшний день можно насчи­тать несколько десятков определений риска. А некоторые авторы утверждают, что число определений превысило сотню!

В одном из подходов к проблеме риска исходят из предпосылки, что риск — категория объективная, которая позволяет регулиро­вать отношения между людьми, трудовыми коллективами, органи­зациями и другими субъектами общественной жизни, возникаю­щими вследствие превращения возможности в действительность. Риск при этом рассматривается как понятие, представляющее собой «возможную опасность случайного наступления отрицательных (личных и имущественных) последствий».

Достаточно широко распространена субъективная концепция риска. Наиболее последовательно она разработана В. А. Ойгензих-том, который исходит из того, что риск всегда субъективен, по­скольку выступает как оценка человеком поступка, как сознатель­ный выбор с учетом возможных альтернатив. Субъективная кон­цепция ориентирована на субъект действия, учитывает осознание последствий, выбор варианта поведения, что обосновывает возло­жение соответствующих обязанностей или освобождение от них. Поскольку с точки зрения этой концепции проявление риска всег­да связано с волей и сознанием человека, то «риск — это выбор ва­рианта поведения с учетом опасности, угрозы, возможных после­дствий».

Обе концепции риска имеют право на жизнь. Однако когда речь идет о риске как специфической форме деятельности, социальном феномене, выполняющем регулирующую функцию на основе учета потребностей и интересов индивидов, социальных групп, трудовых коллективов, учреждений, организаций и т. д., более плодотворной для анализа реальной действительности представляется концепция риска, сочетающая в себе объективный и субъективный подходы.

Таким образом, сложность понятия риска определяется его комплексностью. Если в 1983 г. Британское Королевское Общество в своем отчете «Оценка риска» предложило на этот счет очень жес­ткие формулировки, то в 1992 г, в последующем отчете «Риск: ана­лиз, восприятие и управление» обоснование согласованных опре­делений оказалось невозможным, ввиду отсутствия согласия между участвовавшими в этой работе специалистами в области естествен­ных и общественных наук.

Главная трудность состоит в необходимости различения между реальным, объективным и измеримым риском, который подчиня­ется формальным законам математической статистики, и лишь ка­чественно воспринимаемым субъективным риском. Не вызывает сомнений, что проблема риска требует анализа также в социальном и культурном контексте. Это определяет ограниченную возмож­ность использования количественных оценок.

Ситуация еще более осложняется ввиду субъективности оценок в подходах к проблеме риска, продиктованной стремлением полу­чить поддержку. Профессор Т. Кили совершенно прав, отмечая, что «... ученые являются людьми и, если они видят возможность финансирования, они стремятся продемонстрировать, что их раз­работки ведут к «правильным» ответам... Сейчас политически пра­вильно полагать, например, что курение порождает рак легких, а выбросы человеком углекислого газа в атмосферу обусловливают «разгоняющееся» глобальное потепление...». Подобная ситуация становится опасной, когда научное сообщество объединяется для достижения такого рода целей.

Вернемся к проблеме определения риска, и помимо тех, что уже приведены выше, процитируем в качестве примера некоторые из придуманных нами и имеющихся в литературе.

***1. Риск — это мера опасности.***

***2. Риск — возможность возникновения неблагоприятных после­дствий, вызванных антропогенными и природными факторами.***

***3. Риск — вероятность того, что то или иное вещество или ситуация под воздействием определенных условий перейдут в категорию опасных. Риск представляет собой комбинацию трех факторов:***

* вероятность возникновения неблагоприятной ситуации (на­пример, участившиеся случаи заболеваний или травм опреде­ленного рода);
* последствия возникновения неблагоприятной ситуации;
* неопределенность в оценке как вероятности, так и величины последствий.

В других определениях указывается, что риск — комбинация еще большего числа факторов. Пока остановимся и отметим, что подавляющим числом специалистов признается, что риск — поня­тие сложное, комплексное, многогранное и, скорее всего, риск в равной мере включает как категории последствий, так и вероятно­сти возникновения нежелательных опасных событий.

Определений, как мы уже сказали, много, и очень часто они «подгоняются» под конкретную задачу или под конкретный вид де­ятельности. Что же можно предложить в такой ситуации? Можно ли найти новые формулировки, новые слова с понятным смысло­вым содержанием, позволяющими предложить определение риска более общего, универсального, характера?

Подойдем к этой проблеме следующим образом. Рассмотрим риск с разных точек зрения.

1. ***Риск с позиции процесса мышления. Тогда риск одновременно денотация и коннотация.***
2. ***Риск с позиции логики. Аристотелевская логика при поиске определения риска не годится. Нужна логика, содержащая «мо­жет быть».***
3. ***Риск с позиций математики. Риск — это вероятность. Что-то, связанное с неопределенностью.***
4. ***Риск с позиции физики. Риск не физическая величина. Нет приборов или аппаратуры, позволяющей «измерить» риск.***
5. ***Риск с позиции теории информации. Риск — объективное со­держание связи между взаимодействующими материальными объектами, проявляющееся в изменении состояний этих объек­тов. Риск — это запомненный выбор одного варианта из не­скольких возможных и равноправных. Риск — это мера незна­ния. Отсутствие необходимой информации или ее нехватка.***
6. ***Риск с позиций синергетики. Риск — это вероятность потери устойчивости на траектории движения системы к намеченной цели (к аттрактору).***
7. ***Риск с позиции теории размерности. Величина, имеющая или не имеющая размерность. Риск также может выражаться в де­нежном исчислении, в числе человеческих жертв, в частоте со­бытий и т. д.***
8. ***Риск с позиции отнесения к наукам. Риск — это междисципли­нарное понятие.***
9. ***Риск с позиции конкретного человека — индивидуальный риск. Понятие, зависящее от возраста, образованности, уровня куль­туры, возможностей и уровня сознания человека, а также от си­туации, в которой он находится.***
10. ***Риск с позиции социума. Общественный риск. Доминирующее в группе людей представление о значимости тех или иных опас­ностей.***
11. ***Риск с позиции экономической парадигмы. Выгодно — не вы­годно.***
12. ***Риск с позиции системы принятия решений. Инструмент управления.***
13. ***Риск как явление. Используется во многих естественных, гума­нитарных и общественных науках.***
14. ***Риск как прогноз. Попытка предсказания будущего в вероят­ностных терминах с учетом ущерба или потерь.***
15. ***Риск как результат. Игрок. Сознательный поиск опасных си­туаций.***
16. ***Риск как норма морали (нравственности). Ответственность за принятое решение.***

Подведем итоги. В настоящее время назрела необходимость со­здания общей теории риска как отдельной научной дисциплины. Потребность в научном подходе к обеспечению безопасности осо­бенно возросла сегодня вследствие резкого ухудшения экологичес­кой ситуации не только на региональном, но и глобальном уровне, а также неуклонного роста числа природных и антропогенных ка­тастроф.

Существует также острая потребность в социальном заказе на концепцию, методологию и методы, позволяющие на научной ос­нове принимать решения, реализация которых гарантировала бы приемлемый риск для общества в ходе экономического развития и исключала бы ухудшение качества окружающей среды, деградацию всей социально-экономической общественной системы, обеспечи­вала бы условия устойчивого развития.

К сожалению, пока как фундаментальная, так и прикладная на­ука, оказались не в состоянии предложить требуемую концепцию, разработать соответствующую методологию и внедрить методы для их реализации. Конечно, здесь имеются объективные трудности. Концепция и методология обеспечения безопасности должны учи­тывать широкий спектр экономических, социальных, технологиче­ских, экологических и других факторов. Пока не хватает данных, база знаний неполна, что всегда ведет к неопределенностям. Значи­тельные неопределенности имеются и в идентификации опасно­стей, и в количественной оценке возможного ущерба.

Теория риска должна стать инструментом управления и коли­чественного обоснования оптимального распределения материаль­ных и иных ресурсов общества на различные виды деятельности. Наибольшие трудности для теории связаны с принципиальной не­линейностью, обусловленной с процессами взаимодействия внутри человеческого общества и его взаимоотношений с окружающей средой.

**2.7. Классификация и определение**

**некоторых видов риска с точки зрения конкретного участника**

Под классификацией обычно понимают намерение втис­нуть что-то в уже имеющуюся схему. Однако под классификацией можно понимать задачу расстановки, размещения, расположения имеющихся данных, событий, явлений, процессов по определен­ным признакам. Иначе, классификация — это процесс упорядоче­ния. Так как упорядочение знаний — основная задача науки, то все науки стремятся непременно что-то классифицировать.

Можно ли классифицировать риски? Вопрос имеет смысл, так как классификация позволяет по-новому взглянуть на проблему и даже что-то предсказать. Такова, например, таблица Д. И. Менде­леева, которая не только объяснила периодичность в появлении одинаковых свойств химических элементов, но и предсказала три новых элемента, которые вскоре были открыты. Однако все попыт­ки классифицировать элементарные частицы, не смотря на то, что этой проблемой занимаются светлейшие головы человечества, пока не увенчались успехом.

Классифицировать можно по разным схемам. Например, по ие­рархическому уровню, попросту говоря, по масштабу проблемы. Тогда риски будут соответственно глобального, регионального, на­ционального и локального уровня. Это так называемая вертикаль­ная шкала. Такая классификация оправдана, и она действительно применяется повсеместно. Есть и так называемая горизонтальная шкала. Обычно под этим понимается классификация рисков по дисциплине исследования. При этом молчаливо принимается джентльменское соглашение, что все науки одинаково значимы. Остановимся на этом подробнее.

**Биологический риск.** Возникновение биологического риска мо­жет происходить двумя путями:

1. В первом случае опасность для живого организма находится вне его. К этой категории рисков относится возникновение эпиде­мий и экологические бедствия.
2. Угроза для живого возникает в самом организме. Сюда относят­ся риски, связанные с генной инженерией.

**Риск эпидемий**. Сегодня распространение различных инфекций достигло угрожающих масштабов. По данным ВОЗ стремительно шагает СПИД, грипп, малярия, кишечные заболевания, венеричес­кие болезни и т. д. Приоритетной задачей здесь специалисты счита­ют разработку новых вакцин. Однако это меры aposteriory. Возник­новение таких рисков пока не прогнозируется, так как отсутствует общая теория рисков.

**Технический риск.** Наиболее распространенный вид антропо­генного риска. Понимается очень широко — от риска сбоя в работе отдельного агрегата или детали до риска аварий и катастроф в пла­нетарном масштабе. Тесно связан с теорией надежности и теорией безопасности, в современной постановке вопроса — с безопас­ностью жизнедеятельности.

**Экологический риск.** Существует много определений экологиче­ского риска.

В общем плане экологический риск — это риск нарушения ди­намического равновесия в экологических системах, которое приво­дит к изменению параметров характеристик их абиотических и би­отических составляющих в результате природных процессов или техногенной деятельности.

Понятие риска в прикладной экологии (геоэкологии) связано с источниками опасности для экологических систем и процессов, в них протекающих, и может подвергаться целенаправленному воз­действию с целью управления величиной этого риска. Для ди­намических процессов, происходящих в экосистемах, критерии экологического риска адекватны оценке степени отклонения реа­лизуемой или ожидаемой траектории эволюции источников от оп­тимальной, то есть такой, при которой вред, нанесенный окружаю­щей среде, равен нулю или сведен к минимуму.

Сопоставление и сравнение расхождения траекторий имеет множество интерпретаций, но по своему смыслу именно это срав­нение может быть принято в качестве меры экологического риска, если речь идет о динамической постановке задачи. Нетрудно ви­деть, что в такой интерпретации мера экологического риска высту­пает как составляющая при оценке состояния и качества окружаю­щей среды и поэтому должна связываться с другими способами оценки этого состояния и качества.

При таком толковании экологического риска задача его опреде­ления и оценки возникает естественным образом в связи с необхо­димостью ответить на следующие вопросы:

* Что может быть нарушено в экосистеме в результате по­стоянной «накачки» в нее загрязняющих веществ и энергии в раз­личных видах?
* Каковы показатели этого нарушения?
* Каков риск появления нарушения?
* Какова степень его тяжести?
* Каковы последствия?

Сформулированные пять базовых вопросов задают соответ­ственно необходимые форматы представления агрегированной ин­формации и намечают пути и способы ее агрегирования посред­ством понятия риска.

Тот факт, что экологический риск своим происхождением обя­зан, в основном, хозяйственной деятельности человека, указывает на то, что экологический риск напрямую связан с состоянием и функционированием техногенных объектов. Это означает, что в ге­незисе экологического риска изначально заложено его соответ­ствие и корреляция техническому риску.

Для системы принятия решений, как показывает практика, по­лезным является увязка состояния объекта с состоянием окружаю­щей среды. При этом имеются в виду прежде всего экологические угрозы, в числе которых могут быть различного уровня аварии, хими­ческое, энергетическое (тепловое) загрязнение, воздействие элек­тромагнитных и акустических полей, опасные технологии и т. д.

Сделать это можно, применяя аналогии между состояниями технического объекта и качественными характеристиками эко­систем.

В приведенных ниже таблицах 2 и 3 представлена вспомогатель­ная информация, позволяющая целенаправленно организовать процедуру оценки экологического риска.

Определение и оценка экологического риска включает части, функционально связанные между собой:

1. информационный ресурс анализа экологического риска;
2. возможность взаимной трансформации информации, получен­ной на основе результатов оценки экологического риска и лю­бого другого способа описания экологического состояния рас­сматриваемого объекта.

Информационный ресурс анализа экологического риска, даю­щий возможность реализовать задачу теоретически, базируется на совокупности сведений из соответствующих областей знаний, на­бора статистических данных о работе промышленных предприятий и энергетических объектов, о состоянии здоровья населения и ре­зультатов расчета математических моделей различных процессов и явлений в рассматриваемом объекте.

Возможность взаимной трансформации информации, поступа­ющей в систему контроля за состоянием объекта, означает, что ин­формация должна быть конструктивной, то есть сопоставимой с оценками, получаемыми другими методами.

К экологическим рискам относят риски загрязнения окружаю­щей среды, риски разрушения биоты, перенаселения, истощения природных и пищевых ресурсов. Теперь к экологическим рискам относят риски электромагнитные и акустические. Особенно опасен

3) На национальном и даже на локальном уровнях вопросами обеспечения техногенной и экологической безопасности обыч­но занимаются разные структуры и разные ведомства. Это объ­ективно связано с тем, что научно-технические основы мер, действий и технологий по обеспечению этих двух видов безо­пасности существенно отличаются.

**Риски генной инженерии.** Опасная сторона генной инженерии состоит в том, что для ее «продукта» нет пути назад. Генетически модифицированный организм может размножаться, обмениваясь генетическим материалом, вызывая неожиданные эффекты в биос­фере. Вмешательство человека привело к тому, что генами стали обмениваться организмы, которые в природе этого не делают. Мо­гут возникнуть неожиданные побочные явления. Генетики и инже­неры стремятся уменьшить или игнорировать такой риск, но хоро­шо известно, что микроорганизмы могут обменивать генетический материал между разными видами живых существ. Сейчас в продаже на Западе имеется достаточно много продуктов с этикеткой ГМП — генетически модифицированный продукт. В России такого пред­упреждения практически нет. Безопасно ли потребление таких продуктов? Ответа на это вопрос пока нет. Уже обнаружено, что ГМП могут вызвать аллергические реакции. Известны даже смер­тные случаи. В ряде источников указывается, что кроме растений были созданы и «новые животные». Реализуются биотехнологиче­ские проекты, направленные на создание животных с заранее за­планированными свойствами. Таким образом, человечество входит в «новый мир». Но все научные разработки, успешно применявши­еся в биологии, в этой области в настоящее время практически не используются. Мы можем выпустить джина из бутылки и не заме­тить этого.

Выше мы уже говорили о видах риска — военном, экономиче­ском, информационном, медицинском и т. д. Их определения так­же отличаются друг от друга. Двигаясь дальше в плане классифи­кации, можно сказать, что стройной системы, где каждый риск занимает свое место, нет. В каждой области знаний или сферах че­ловеческой деятельности «изобретаются» все новые и новые виды рисков.. Некоторые из них — результат развития технологий и об­щего прогресса, другие могут быть и надуманными, лишенными какого-либо смысла.

Препятствием на пути построения, стройной классификации может служить тот факт, что человек не только генерирует новые риски, но и сами риски могут порождать также новые риски.

Например, риск + риск = новый риск. Или риск + защита = новый риск и т. д.

Следует сказать также, что новые технологии порождают, в принципе, те же риски, что и старые, но более высокого уровня, что позволяет говорить о существовании целого поколения рисков.

**Риски ядерной энергетики** — радиационный риск. Здесь пока от комментариев воздержимся.

**Риски техногенных и природных катастроф** (риски ЧС) можно классифицировать по уровню и масштабам их последствий и воз­можностям управления. В некоторых случаях классификация ве­дется с учетом уровня достаточности решения с точки зрения про­блемы управления рисками. Нужно сказать, что эти классифика­ции относятся к ситуации, которая образуется после свершения ЧС, то есть после того как, например, дом завалился, определяется масштаб катастрофы, число жертв, ущерб и т. д., и только тогда происходит соответствующая классификация.

Весь опыт человека показывает, что повторение видов катас­троф означает, что частично они могут предсказываться и управ­ляться на разных уровнях. Составляя такую классификацию видов катастроф, можно показать, что управление рисками этих катас­троф возможно только при определенном уровне организации че­ловека.

Так, человек или община способны при использовании всех ресурсов, находящихся в их распоряжении, организовать видовой образ жизни (питание, дыхание, движение, взаимодействие с окру­жающей средой), решить бытовые проблемы, применить опыт пре­дыдущих поколений, установить наблюдение за состоянием окру­жающей среды, избежать части природных и техногенных рисков. В то же время проблему, например, устойчивого социально-эконо­мического развития общества можно решить только на уровне го­сударства, а экологические и планетарные проблемы — только в со­ставе мирового сообщества землян.

Так как возможности любого государства ограничены', интегра­ция его с другими государствами представляется необходимой. Эта интеграция дает возможность управлять трансграничными и над­национальными рисками, что является необходимой предпосыл­кой для перехода на более высокий уровень управления. Хорошим примером международной интеграции может служить международ­ное сотрудничество в области наблюдения и исследований предвес­тников землетрясений, имеющих региональные и глобальные мас­штабы. Есть и другие крупные международные проекты.

Продолжая тему комплексности понятия риск, заметим, что важнейшими факторами любого типа риска являются:

1. опасные природные и техногенные явления;
2. уязвимость населения;
3. социальный и природный фон развития опасных явлений;
4. реакция населения на опасные явления, степень подготовлен­ности к ним.

Возможны, однако, и другие классификации, учитывающие, что риск от катастрофы, в том числе и техногенной, определяется двумя главными факторами:

* + самим опасным явлением (его спецификой, масштабом и т. п.) и
	+ уязвимостью населения (его реакцией, организацией мер пред­упреждения и т. п.).

Последняя зависит от целого ряда обстоятельств, в том числе — экономических, социальных, этнокультурных, психологических и др. Естественно, что все указанные факторы изменяются в простра­нстве и во времени. Поэтому их можно картировать. Использова­ние карт риска позволяет спланировать меры по ослаблению после­дствий опасных явлений.

Можно ли продолжить классификацию рисков? Да, можно. Это скорее дело вкуса и личных пристрастий. Но мы пока на этом оста­новимся.

**2.8. Оценка риска**

Истинная логика нашего мира — это подсчет вероятностей.

 Д. К. Максвелл

**Любая деятельность и все, связанные с ней мероприятия, направлены на достижение определенной цели. Поэтому планиро­вание мероприятий и принятие решений разного уровня (стратеги­ческих, тактических, оперативных) должно происходить на уровне осознанного отношения к риску, требующего оценки уровня риска.**

Мы пока не умеем считать риски точно. Нет готовых формул, как, например, в механике Ньютона, в которой, взяв уравнения движения и разрешив их, мы получили бы требуемый результат.

«Подправим» Адамса, о котором упомянули выше, и-скажем, что в отдельных относительно простых случаях, риски можно оце­нить. Проще всего это сделать в отношении технического риска, а при некоторых условиях и в некоторых других ситуациях, риск можно оценить довольно точно.

Риски пытаются оценить практически все люди. Делают это они, опираясь на собственный опыт, имеющиеся знания, интуи­цию и т. д. При этом речь идет о качественной оценке. Вполне дос­таточно оказывается оценок на уровне «риск большой», «риск неве­лик», а этим «риском можно пренебречь». Либо «риски выше», ли­бо «риски ниже».

Наука стремится к получению количественных оценок. Есть ли количественные методы или процедуры подсчета риска и насколь­ко они точны? Ответ тут утвердительный. Да, есть. Хотя достигае­мая при этом точность оставляет желать лучшего. Но универсаль­ных методов, приложимых для расчета любых видов риска, конеч­но, нет.

Объяснение этому состоит в том, что число ситуаций, в которых хотелось бы количественно оценить риск, чрезвычайно велико, и они могут заметно отличаться друг от друга, так что для каждой си­туации приходится рассчитывать риск по какой-либо подходящей методике. Иначе говоря, общих подходов к оценке риска пока не имеется.

За время существования «теории» риска не было разработано методического аппарата, с помощью которого можно было бы ко­личественно оценить его действенность и адекватность существую­щим угрозам и опасностям для населения, территорий и экономи­ки и для отдельного человека.

В практику теории риска вошла оценка полноты, достаточности и научно-технического уровня решения тех или иных конкретных задач. Однако методика этой оценки носит в основном качествен­ный характер. В этой связи рассмотрим и прокомментируем неко­торые наиболее известные и распространенные методы оценки тех­ногенного и экологического риска.

По одной из возможных классификаций различают четыре ос­новных метода оценки риска и довольно большое число специаль­ных методов. К основным методам относятся:

Инженерный метод

Модельный метод.

Метод экспертных оценок.

Метод социологического опроса.

Инженерный метод представлен так называемым логико-веро­ятностным рассмотрением возможного сценария развития событий

Проблема техногенной безопасности связана с ростом мировой экономики: с одной стороны, с непрерывным увеличением числа производственных мощностей и увеличением объемов производст­ва; с другой - с усложнением промышленных технологий.

Факторами роста техногенной опасности выступают, во-первых, нерационатьное, с точки зрения безопасности, размещение некоторых потенциатьно опасных объектов производственного на­значения, хозяйственной и социальной инфраструктуры. Это харак­терно доя многих стран мира, но в особенности для развивающихся государств и государств переходного типа, включая Россию.

Во-вторых, имеют место просчеты в технической политике проектирования, строительства, модернизации и эксплуатации по­тенциатьно опасных объектов, упадок проектно-конструкторского дела и качества труда, низкое качество прикладных исследований, проектирования, производства и произведенной продукции.

В-третьих, распространены технологическая отстаюсть произ­водства, низкие темпы внедрения ресурсоэнергосберегающих и дру­гих технически совершенных и безопасных технологий. Повсемест­но наблюдается значительный износ средств производства, дости­гающий в некоторых случаях предаварийного уровня.

В-четвертых, снижение профессионального уровня работ­ников, культуры труда, уход квалифицированных специалистов из производства, проектно-конструкторского дела, прикладной науки, упадок ответственности должностных лиц, снижение уровня производственной и технологической дисциплины.

Сюда же следует отнести несовершенство нормативно-правовой базы по вопросам техногенной безопасности. Владельцы потенциально опасных предприятий не принимают достаточных мер, а порой и совсем игнорируют работу по предотвращению ава­рий на них, предупреждению возможного ущерба, защите персонала и населения, проживающего вблизи потенциально опасных объ­ектов. Надзор за состоянием потенциально опасных объектов не­достаточен, системы контроля наличия опасных или вредных фак­торов ненадежны, малочисленны или отсутствуют вовсе.

Снизился уровень техники безопасности на производстве, транспорте, в энергетике и сельском хозяйстве. Значительная часть систем технологического контроля, технической диагностики, без­аварийной остановки производства, аварийного оповещения, лока­лизации или подавления аварийных ситуаций малоэффективна, а на некоторых потенциально опасных производствах такие системы технологической безопасности не созданы вообще. За последние го­ды резко снизились объемы производства индивидуальных средств защиты для персонала и населения. Не завершено построение и не налажено нормальное функционирование систем декларирования и лицензирования деятельности по созданию и эксплуатация потен­циально опасных объектов хозяйственного назначения. Недоста­точно широко поставлено дело страхования техногенных рисков. Экономические трудности вынуждают предприятия промышлен­ности, энергетики, транспорта, сельского хозяйства сокращать чис­ло работников сферы обеспечения безопасности. Перечисленные причины аварийности характерны для современного состояния экономики России, многие из них действуют также в производст­венных сферах развивающихся стран. Негативные факторы, обу­словленные ростом масштабов мировой хозяйственной деятельно­сти, универсальны и не обходят своим воздействием даже передо­вые в техническом отношении государства.

Для оценки потенциальной техногенной опасности важно выделить потенциально опасные объекты. По степени потенциальной опасности, приводящей к техногенным катастрофам в сфе­ре гражданского хозяйственного комплекса, можно отметить объ­екты ядерной, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности, инженерные сооружения (плотины, эстакады, нефтегазохранилища), транспортные системы (аэрокосмические, наземные, надводные), перевозящие опасные грузы и большие мас­сы людей, магистральные газонефтепродуктопроводы. Сюда же относятся такие опасные объекты оборонного комплекса, как ра­кетно-космические и авиационные системы с ядерными и обычными зарядами, атомные подводные системы с ядерными и обыч­ными зарядами, надводные суда, крупные склады обычных и хи­мических вооружений. Типы и параметры поражающих факторов при авариях на этих объектах могут изменяться в весьма широких пределах.

Для оценки уровня техногенной безопасности в XXI в. должно быть учтено, что в мировой техногенной гражданской и оборонной сфере насчитывается до тысячи объектов ядерной техники мирного и военного назначения, более 50 тыс. ядерных боеприпасов, до 80 тыс. тонн химических боеприпасов, сотни тысяч тонн взрывопожароопасных, сильно действующих ядовитых веществ, десятки тысяч объектов с высокими запасами потенциальной и кинетической энер­гии, энергии газов и жидкостей.

В России наибольшую опасность в техногенной сфере пред­ставляют радиационные и транспортные аварии, аварии с выбро­сом химически и биологически опасных веществ, взрывы и по­жары, гидродинамические аварии, аварии на электроэнергетиче­ских системах и очистных сооружениях.

Наиболее часто аварии, сопровождаемые взрывами, пожа­рами и обрушениями, происходят на предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также на объектах жилого и социально-бытового назначения.

На предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности крайне медленно осуществляется модернизация технологических установок; износ основного оборудования производств, созданных в 60-х и начале 70-х гг., составляет свыше 70%. Многие нефтеперера­батывающие установки не оснащены средствами противоаварийной защиты и локализации выбросов. Серьезную угрозу для населения и окружающей среды представляют предприятия по хранению нефти и нефтепродуктов, расположенные в городах.

В Российской Федерации находится в эксплуатации около 300 тыс. км магистральных трубопроводов, в том числе 150 тыс. км газопроводов, 49 тыс. км нефтепроводов, 25 тыс. км продуктопроводов. Аварийность на магистральных нефте-газопродукто-проводах продолжает расти. Высока аварийность и на промысло­вых трубопроводах. Ежегодно на них происходит 40-50 тыс. ава­рий. При этом имеют место значительные потери нефти, внутри-почвенные нефтеобразования. При среднем сроке службы трубо­проводов в 20 лет, 12% трубопроводов находятся в эксплуатации 35 и более лет, 32% - более 20 лет, 30% - 15-20 лет. Модернизация трубопроводного транспорта идет неудовлетворительно. Объемы профилактических ремонтов не превышают 5% потребности. В перспективе, в связи с предстоящим развертыванием нефте- и га­зодобычи на российском шельфе, острота проблемы безопасности трубопроводов в местах и с мест добычи резко возрастет.

Продолжает оставаться высокой аварийность на других ви­дах транспорта. Среднегодовое число транспортных происшест­вий превысило 150 тыс., а число жертв колеблется в пределах 20-40 тыс. человек. В России число погибших пассажиров и членов экипажей на 1 млрд. пассажиро- километров составляет: на авто­мобильном транспорте - 30-35 (что намного выше, чем в разви­тых странах мира), на авиационном - более 1, на железнодорож­ном - 0,02-0,03.

Не снижается опасность возникновения гидродинамических аварий. На территории Российской Федерации эксплуатируется более 30 тыс. водохранилищ и несколько сотен накопителей про­мышленных стоков и отходов. Имеется около 60 крупных водо­хранилищ емкостью более 1 млн куб. метров. Острой является проблема обеспечения безопасности гидротехнических сооруже­ний. Эти сооружения на 200 водохранилищах и 56 накопителях от­ходов эксплуатируются без реконструкции более 50 лет и находят­ся в аварийном состоянии. Находясь, как правило, в черте крупных населенных пунктов или выше их и являясь объектами повышен­ного риска, такие гидротехнические сооружения при разрушении плотин могут привести к катастрофическому затоплению обшир­ных территорий, населенных пунктов, объектов экономики, гибе­ли людей, длительному прекращению судоходства, сельскохо­зяйственного и рыбопромыслового производства.

Существенные угрозы безопасности и нормальной жизни населения несет нестабильная работа систем жизнеобеспечения, объектов коммунального хозяйства. Существующие мощности практически по всем регионам и населенным пунктам России не­достаточны и не отвечают нормативным требованиям. За послед­ние 10-15 лет физический износ объектов социальной инфраструк­туры возрос в 1,7 раза и в большинстве городов и населенных пунктов достиг критической величины - 50-70%. Ветхость сис­тем обеспечения стала фактором постоянной опасности возник­новения ЧС на объектах жилищно-коммунального назначения[[3]](#footnote-3).

Особую угрозу в осенне-зимний отопительный период созда­ют аварии на системах теплоснабжения городов. Это происходит из-за того, что предзимние работы в полном объеме систематиче­ски не выполняются, а также вследствие нехватки топлива. Каж­дую зиму без центрального отопления остаются целые жилые квар­талы с десятками тысяч жителей.

Не только в России, но и в мире в целом предполагается фор­мирование новой модели государства, уже не просто правового и социального, но «социоприродного», «экологического», «устойчи­вого», которое само подвергнется изменениям под влиянием пере­хода на путь устойчивого развития. Такое государство обязано не только эффективно организовывать жизнь людей, удовлетворять их разумные жизненные потребности, гарантировать права и свободы каждого человека, но обеспечивать безопасность своих граждан и заботиться об обеспечении таких же возможностей для всех после­дующих поколений. Приоритетными в деятельности государства должны стать вопросы безопасности, сохранения и улучшения ок­ружающей природной среды, разумного освоения природных ре­сурсов. Это принципиально новые функции государства которые совсем не просто выполнить, ибо государства всех предыдущих моделей либо, в лучшем случае, лишь декларировали эти функции в своих законах, никогда не реализовывая их, либо считали, что они не требуют соответствующего законодательного оформления и их выполнение как бы само собой разумеется.

**2.8. Оценка риска**

Истинная логика нашего мира — это подсчет вероятностей.

Д. К. Максвелл

Любая деятельность и все, связанные с ней мероприятия, направлены на достижение определенной цели. Поэтому планиро­вание мероприятий и принятие решений разного уровня (стратеги­ческих, тактических, оперативных) должно происходить на уровне осознанного отношения к риску, требующего оценки уровня риска.

Мы пока не умеем считать риски точно. Нет готовых формул, как, например, в механике Ньютона, в которой, взяв уравнения движения и разрешив их, мы получили бы требуемый результат.

«Подправим» Адамса, о котором упомянули выше, и скажем, что в отдельных относительно простых случаях, риски можно оце­нить. Проще всего это сделать в отношении технического риска, а при некоторых условиях и в некоторых других ситуациях, риск можно оценить довольно точно.

Риски пытаются оценить практически все люди. Делают это они, опираясь на собственный опыт, имеющиеся знания, интуи­цию и т. д. При этом речь идет о качественной оценке. Вполне дос­таточно оказывается оценок на уровне «риск большой», «риск неве­лик», а этим «риском можно пренебречь». Либо «риски выше», ли­бо «риски ниже».

Наука стремится к получению количественных оценок. Есть ли количественные методы или процедуры подсчета риска и насколь­ко они точны? Ответ тут утвердительный. Да, есть. Хотя достигае­мая при этом точность оставляет желать лучшего. Но универсаль­ных методов, приложимых для расчета любых видов риска, конеч­но, нет.

Объяснение этому состоит в том, что число ситуаций, в которых хотелось бы количественно оценить риск, чрезвычайно велико, и они могут заметно отличаться друг от друга, так что для каждой си­туации приходится рассчитывать риск по какой-либо подходящей методике. Иначе говоря, общих подходов к оценке риска пока не имеется.

За время существования «теории» риска не было разработано методического аппарата, с помощью которого можно было бы ко­личественно оценить его действенность и адекватность существую­щим угрозам и опасностям для населения, территорий и экономи­ки и для отдельного человека.

В практику теории риска вошла оценка полноты, достаточности и научно-технического уровня решения тех или иных конкретных задач. Однако методика этой оценки носит в основном качествен­ный характер. В этой связи рассмотрим и прокомментируем неко­торые наиболее известные и распространенные методы оценки тех­ногенного и экологического риска.

По одной из возможных классификаций различают четыре ос­новных метода оценки риска и довольно большое число специаль­ных методов. К основным методам относятся:

* Инженерный метод
* Модельный метод.
* Метод экспертных оценок.
* Метод социологического опроса.

Инженерный метод представлен так называемым логико-веро­ятностным рассмотрением возможного сценария развития событий (ЛВ-теория, базирующаяся на применении Булевой алгебры, или алгебры логики). При этом пользуются понятием «дерева» со­бытий. Надо сказать, что усилиями Санкт-Петербургских ученых и, прежде всего, профессора И. А. Рябинина, этот метод разработан наиболее полно и показал неплохую работоспособность на практи­ке, особенно в оценке риска возникновения аварий определенного типа на подводных лодках.

Модельный метод представлен в литературе наиболее широко. Сюда можно отнести известный «Гарвардский метод», «Голланд­ский метод», метод «доза-эффект», метод, предложенный сотруд­никами Института атомной энергии им. И.В.Курчатова и многие другие менее известные подходы. В последние годы в этих моделях стали пользоваться термином «мерность». Имеется в виду одномер­ные, двумерные и даже трехмерные модели оценки рисков, напри­мер, при распространении загрязнений в атмосфере. Очень много моделей по оценке риска связаны с радиацией или влиянием эко­логически опасных факторов на здоровье людей. Некоторые из этих моделей чрезвычайно громоздки и сложны, и определить их эффективность не представляется возможным.

Метод экспертных оценок оставляет много лазеек для получе­ния «требуемого» результата при оценке. Здесь все зависит от чес­тности ученых, проводящих такую оценку. Конечно, точность этой оценки невелика, потому что она является качественной, а не коли­чественной и представляет собой некую сумму отдельных мнений.

Метод социального опроса тоже может только качественно определить доминирующее в этой группе людей отношение к риску и его величине. Тем не менее, этот метод имеет достаточно широ­кое распространение.

Приведем пять факторов, от которых может зависеть мнение людей:

* значимость последствий (ответ на вопрос, какие потребности будут удовлетворены и чем грозит неблагоприятный исход);
* распределение угрозы во времени (люди терпимее относятся к мелким авариям, чем к крупным катастрофам, которые проис­ходят гораздо реже);
* контролируемость (человек готов идти на высокую степень рис­ка в ситуации, когда он может предпринимать какие-то дей­ствия по снижению негативных последствий);
* добровольность (люди готовы примириться с высокими риска­ми, если они приняты добровольно);
* новизна (человек с большим доверием относится к старым, про­веренным технологиям, чем к новым, о которых он ничего не знает).

Таким образом, на восприятие риска отдельным человеком или группой людей влияют довольно значительное число параметров.

Перейдем к более детальному рассмотрению некоторых мето­дов. В общей постановке вопроса задача может быть сформулиро­вана как задача ***оценки источников опасности и риска по каким-либо, заранее оговоренным параметрам***. Эта задача включает в себя эколо­гические, технические, социально-экономические аспекты и нахо­дит свое решение в системном анализе искусственных (геотехниче­ских) и естественных систем. Общая предпосылка звучит так: чем более мощные потоки вещества, энергии, информации перераба­тываются в этих системах, тем большую опасность представляют для окружающей природной среды и человека технологические процессы. Необходимость решения этой задачи или хотя бы от­дельных ее аспектов и привела к появлению методов, которые представлены ниже.

**Метод материальных балансов.** Этот метод основан на системе дифференциальных уравнений, описывающих движение масс ве­щества внутрь системы и из нее, решение которой дает возмож­ность получить нормированные величины концентраций и интен­сивности поступления j-ro загрязняющего вещества в i-й компо­нент системы. На основе полученных данных косвенно можно рассчитать экологические риски, связанные с загрязнением окру­жающей среды вследствие работы промышленного предприятия.

**Экометрический метод оценки техногенного воздействия на при­родную среду.** Основы этого метода были заложены в СССР в на­чале 80-х гг. путем введения индекса относительной токсичности загрязняющего вещества и расчета величины относительной ток­сичной массы отхода производства, что позволило составить при­оритетные ряды загрязняющих веществ, источников их образова­ния и отведения в природную среду независимо от генезиса и места расположения.

Достоинства этого метода, наряду с простотой расчетов и дос­тупностью исходной информации — возможность сопоставления по уровню нагрузки на природную среду газообразных, жидких и твердых отходов и построения единых приоритетных рядов. Недос­таток метода заключается в том, что он базируется на концепции ПДК, а это уже подвергалось критике ранее. Метод получил свое развитие и совершенствование в 90-х гг.

Этот метод имеет множество преимуществ, но существует одно важное неудобство: нет возможности сравнивать уровень рисков от промышленных отходов, представленных в разных агрегатных со­стояниях.

**Энергетическая оценка техногенной и экологической опасности.**

Любой технологический процесс реализуется путем подвода (или отбора) энергии к перерабатываемому веществу. При этом изменя­ются не только форма, размеры исходного материала, но зачастую его физические свойства и химический состав. Изменяется химиче­ская активность, реакционная способность, а следовательно и ток­сичность продукта и отходов, контактирующих с природной сре­дой. Можно утверждать, что чем больше энергии прикладывается к единице перерабатываемого вещества, тем большую опасность представляют готовая продукция и отходы для биоты. На основа­нии изложенного оценка экологической безопасности и уровня техногенного риска может быть выполнена путем анализа общего потребления энергии. Практическая реализация энергетического метода осложняется неопределенностью численных оценок.

**Метод оценки экологического риска, основанный на понятии ПДК.** Сценарий первый. Нормирование качества главных компо­нентов природной среды заключается в установлении пределов до­пустимых изменений их свойств. Нормы должны устанавливаться по реакции самого чувствительного организма — индикатора, но практически наиболее часто устанавливают санитарно-гигиениче­ские или экономически целесообразные нормативы.

В качестве количественной меры загрязнения природной среды в России и ряде других стран используются предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном возду­хе, воде и почве, устанавливаемые санитарно-гигиеническими ме­тодами. Разработаны и утверждены ПДК химических веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений и населенных мест (среднесуточные и максимально разовые), для рыбохозяй-ственных и культурно-бытовых водоемов и почвы. Качество при­родной среды по уровню загрязнения считается удовлетворитель­ным при соблюдении двух основных условий: концентрации инди­видуальных загрязняющих веществ Сi должны быть меньше их ПДК Сi m ПДКi. При наличии группы веществ однонаправленного действия, одновременно присутствующих в воздушной среде, сум­ма отношений их концентраций должна быть меньше единицы:

 n

∑(Ci/ ПДКi)\*m1

 i=1

В сопоставлении со значениями ПДК экологическую обстанов­ку характеризуют по степени неблагополучия в соответствии с раз­работанной шкалой оценок.

Отметим недостатки метода. ПДК устанавливаются для различ­ных компонентов природной среды и не коррелируют между собой. В результате даже специалисту трудно ответить на вопрос, что будет опаснее для биоты: выброс загрязняющего вещества в атмосферу или искусственный перевод его в жидкую фазу. Такой «односредовый подход» стимулирует «игру в токсичные оболочки» путем при­менения мокрой очистки выбросов в атмосферу с образованием загрязненных сточных вод; реагентной очистки стоков с образова­нием токсичных шламов; сжигание осадков, сопровождающееся загрязнением атмосферы, в том числе высоко токсичными диокси­нами. ПДК не учитывают региональные климатические условия. Они едины для всей страны и для любого времени года, что не отве­чает физико-химическим закономерностям поведения вещества в природной среде. ПДК связаны с региональными условиями и вре­менем года.

Из сказанного следует, что ПДК и производные от них норма­тивы ПДВ — предельно допустимый выброс в атмосферу, ПДС — предельно допустимый сброс в водные объекты, ПДРО — предель­но допустимое размещение твердых отходов, недостаточно коррек­тно отражают реальную техногенную нагрузку на природную среду. ПДК — сугубо санитарно-гигиенические, антропоцентрические нормативы, которые не могут адекватно оценить уровень техноген­ного и экологического риска и экологической безопасности. На­зрела необходимость разработки новых методов, базирующихся на более адекватных критериях.

Однако, в настоящее время концепция ПДК не только является общепринятой в России, но и заложена во все нормативно-право­вые документы. Таким образом, при всей обоснованности критики в ее адрес, эта концепция пока остается основной, хотя и не препя­тствует применению других методов для оценки экологического риска и управления экологической безопасностью.

**Сценарий второй.** В этом методе нормирование техногенных воздействий, а значит поддержание экологического риска на при­емлемом уровне, на природную среду при помощи санитарно-гиги­енических нормативов ПДК реализуется через их производные: предельно допустимые выбросы в атмосферу — ПДВ и предельно допустимые сбросы в водные объекты — ПДС. Этот вид нормиро­вания основывается на обеспечении значений ПДК на границе санитарно-защитной зоны предприятия или в расчетном створе вод­ного объекта. Нормы образования и размещения твердых отходов определяются на основе комплексного анализа технологических процессов и региональных характеристик природной среды.

Главное достоинство такого подхода состоит в создании научно обоснованной системы принятия решений об экологическом рис­ке, связанном с реализацией проектов, хозяйственной деятельнос­ти, которая может негативно воздействовать на природную среду. ОВОС является основным документом, содержащим в обобщен­ном виде все материалы, необходимые для проведения государст­венной экологической экспертизы.

Для действующих предприятий и хозяйственных объектов оценка их экологической опасности (риска) производится метода­ми экологического аудирования и на основе специальных иссле­дований.

Так, для оценки риска загрязнения поверхностных водных объ­ектов используется методика, основанная на том положении, что опасность хозяйственного воздействия на водный объект измеряет­ся объемом свежей воды, необходимой для восстановления вызван­ного этим нарушением естественного баланса водной системы.

**Метод оценки техногенного и экологического риска, основанный на применении предельно допустимых нормативов отведения отходов в природную среду.** Нормирование техногенных воздействий при помощи предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу и предельно допустимых сбросов (ПДС) в водоемы основывается на обеспечении нормативов ПДК в точках контроля. Для атмосферно­го воздуха — это граница санитарно защитной зоны предприятия. Для стоков в водные объекты, расположенные в черте населенного пункта, — ПДК в месте выпуска. Если выпуск расположен за преде­лами населенного пункта — ПДК в 1 км ниже по течению реки или в 0,5 км от места выпуска в непроточный водоем.

Далее опять возвращаются к документу ОВОС, в котором обоб­щены все данные об источниках образования отходов производ­ства, отведения их в природную среду, составе и эффективности очистных сооружений. В ОВОС приводится перечень мероприятий по защите природной среды при нормальных условиях эксплуата­ции и в случае неблагоприятных метеоусловий, включая защиту ат­мосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, недр, флоры и фауны.

Достоинство методологии ОВОС состоит в создании научно об­основанной системы принятия решений об экологической безо­пасности проектов, реализация которых может оказать негативное воздействие на природную среду.

**Метод оценки техногенного и экологического риска основанный на исследовании эколого-экономической эффективности производ­ства.** В качестве основного критерия технической и экологической безопасности, а значит и уровня риска, используется коэффициент эколого-экономической эффективности (оптимальности) техноло­гических процессов. Выводы относительно степени экологической безопасности (а значит уровня экологического риска) производства могут быть сделаны при помощи специальных таблиц. Эти таблицы разрабатываются на основе анализа и экологического аудита не­скольких сотен промышленных объектов, расположенных в раз­личных природных условиях и относящихся к разным отраслям промышленности.

**Еще один метод энергетической оценки техногенного и экологиче­ского риска.** Для урбанизированных регионов с разнообразными природными объектами и хозяйственными функциями уровень ри­ска может быть определен путем оценки предельно допустимой техногенной нагрузки на основании энергетического подхода.

В этом случае оказывается достаточным определить предельно допустимое потребление энергии всеми природными объектами, расположенными на исследуемой территории (ЕПД) и фактичес­кий расход топлива и энергии всеми хозяйственными объектами на этой территории (Е). В этом случае ЕПД выступает как энергетиче­ский эквивалент суммарной предельно допустимой техногенной нагрузки. Если ЕПД = Е, экологическая техноемкость территории не превышена и экологический риск тем меньше, чем больше раз­ность между ЕПД и Е.

**Метод оценки риска для редких событий.** В тех случаях, когда речь идет о редких опасных событиях и явлениях техногенного или природного характера, вероятностный подход к оценке риска не­приемлем.

Альтернативным вероятностному является подход, основанный на субъективной логике. В этом случае в рассмотрение вводится определенная мера субъективных мнений и убеждений. Обращение мнений в критерий экологического риска предусматривается с ис­пользованием метода экспертных оценок и проведением расчетов, например, по формуле Байеса. В таком подходе неизбежно могут возникнуть нетривиальные, а порой противоречивые суждения и выводы. Противоречия снимаются с привлечением аппарата прав­доподобных рассуждений.

В одной из предлагаемых методик экологически опасную ситуа­цию предлагается характеризовать показателем «значимости-тре­вожности», непосредственным образом связанным с возможной тяжестью рассматриваемого события и вероятностью реализации последствий. Под этой вероятностью и понимается уровень техно­генного и экологического риска. Показатель «значимость-тревож­ность» имеет смысл численной характеристики возможных затрат на ликвидацию последствий ЧС.

Суть дальнейшего анализа в этом методе сводится к следующе­му. Для каждого из классифицированных событий или вида после­дствий производится экспертная оценка риска в смысле шанса воз­никновения или реализации события. Результаты оценки выража­ются в процентах. При данной величине риска по мнению эксперта событие возникает так часто, что ситуация характеризуется как значимая — тревожная.

На основе статистической обработки данных, полученных от экспертов, строится графическая зависимость уровня риска от сте­пени опасности события или тяжести последствий. Эта зависи­мость носит, как правило, характер, близкий к экспоненциально­му. Далее вводится показатель неопределенности реализации рас­сматриваемого экологически опасного события Н, определяемый по формуле ***H= -к\* Ln\* R***, в которой *к* — коэффициент, определяе­мый по экспертным данным, *R* — риск.

Этот метод может быть уточнен, если ввести в рассмотрение не­четкие (размытые) множества интенсивности, выражающие сте­пень опасности события (тяжесть последствий):

1. нулевая;
2. исключительно слабая;
3. очень слабая;
4. слабая;
5. не слабая, не сильная;
6. сильная;
7. очень сильная;
8. исключительно сильная;
9. предельно сильная.

Множества, выражающие возможность возникновения эколо­гически опасного события реализации последствий определенной степени тяжести:

1. никогда;
2. исключительно редко;
3. очень редко;
4. редко;
5. не редко, не часто;
6. часто;
7. очень часто;
8. исключительно часто;
9. всегда.

С использованием этих категорий интенсивности проводится дальнейший экспертный анализ, представляемый в виде графиков, относящихся к различным уровням показателя «значимость — тре­вожность». Из этих графиков уровень техногенного и экологичес­кого риска представляется не в численных оценках, а в шкале типа: очень низкий, низкий, средний, высокий, очень высокий.

В заключении следует отметить, что правомерность такого под­хода оспаривается достаточно большим количеством специалистов. Однако подавляющее большинство из этих специалистов ничего не предлагают взамен. В этой связи рассмотренный кратко метод оценки техногенного и экологического риска следует рассматри­вать как дискуссионный.

Мы привели некоторые методы оценки риска, а теперь попро­буем сделать обобщения. Как видно из вышеприведенных приме­ров при анализе риска могут использоваться самые разнообразные методические приемы. Каждый метод расчета риска разрабатывал­ся под определенные виды задач и, конечно, не является универ­сальным. Поэтому каждый метод имеет свои преимущества и не­достатки, что предопределяет ограниченные области его примене­ния.

Продолжая рассмотрение методов оценки риска, предлагаем обратиться к таблице 4, в которой собраны и кратко проанализиро­ваны только наиболее известные методы оценки рисков. Существу­ют оригинальные и мало известные методы оценки риска, а также методы, применяемые только для конкретных случаев. Разрабаты­ваются и новые методы. Наиболее перспективными из них пред­ставляются методы синергетики, нейросети, так называемые «рус­ла» и «джокеры», и другие. В силу высокой сложности применяе­мого математического аппарата, только небольшое количество специалистов способно работать этими новыми методами.

В заключении представляется целесообразным обратить внима­ние на общие рекомендации, которых имеет смысл придерживать­ся при построении схемы количественной оценки риска.

Характеристики методов оценки рисков

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название метода оценки уровня рисков | Преимущества | Недостатки |
| Статистиче­ский метод | Разрешает математически выразить вероятность на­ступления рисковых событий и размеров финансовых по­терь | Возможно использование при условии проявления рис­ка в деятельности конкретно­го предприятия или на пред­приятиях-аналогах. Отсутствие достоверной ин­формации о количестве рис­ковых событий и их финан­совых последствиях |
| Метод Мон­те-Карло | Анализ рисков связанный с возможностью работы с той же моделью, что и при обыч­ных расчетах, а учет риска происходит с помощью мно­гократного расчета модели.Есть возможность анализи­ровать и оценивать разные ситуации и учитывать разные факторы рисков в рамках од­ного подхода. | Невозможно осуществить учет зависимости факторов, входящих в модель.За счет того, что факторы считаются независимыми, происходит заниженная оценка уровня риска.Большая вычислительная трудоемкость. |
| Метод анализа целесообраз­ности затрат | Зная статью затрат, в которой риск максимален, можно най­ти путь его снижения. | Предприятие не анализирует источники возникновения риска, а принимает риск как целостную величину, таким образом игнорируя его со­ставляющие. |
| Метод экс­пертных оценок | Возможность применения в условиях неполноты инфор­мации или при выявлении того уровня риска, который не имеет аналогов. | Данный подход разрешает получить относительную оценку риска, но не дает представления об абсолют­ной величине возможного ущерба при реализации неко­торого решения и вероят­ность получения этого ущер­ба.В основе лежат субъективные оценки экспертов, которые зависят от их отношения к риску. |

Таблица 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название метода оценки уровня рисков | Преимущества | Недостатки |
| Аналитиче­ский метод | Объединяет в себе как воз­можность пофакторного ана­лиза параметров, которые влияют на риск, так и выяв­ленные возможные пути сни­жения его уровня путем влия­ния на них. | Существенные ограничения к своему использованию. Использует только для оцен­ки некоторого круга рисков предприятия. |
| Метод анализа чувствитель­ности | Требует минимальной стар­товой информации | Не учитывает, насколько ве­роятны или реальны ожидае­мые изменения отдельных факторов проекта, а также то, насколько изменение пара­метров проекта могут иметь совместный, а не изолиро­ванный характер. |
| Метод анализа сценариев | Предвидит одновременное изменение нескольких пере­менных параметров проекта | Разрешает только определить вероятностный (с точки зре­ния эксперта) диапазон изме­нений финансового результа­та проекта при наиболее не­удачном (пессмистичном) или наиболее удачном (опти­мистичном) изменении пара­метров проекта. |
| Метод «дерева решений» | Предвидит одновременное принятие нескольких реше­ний в условиях неопределен­ности, которые зависят от последствий предыдущего. | Необходимость в разработке всех возможных альтернатив развития для больших проек­тов может существенно по­высить трудоемкость расче­тов.Оценить вероятность всех возможных вариантов разви­тия проекта достаточно слож­но. Поэтому субъективное отношение экспертов будет всегда присутствовать в таких расчетах. |
| Метод исполь­зования анало­гов | Дает возможность обнару­жить уровень риска по любо­му направлению деятельнос­ти предприятия, когда отсут­ствует четкая база для сравнений. | В случае неучета прошлых и современных показателей в границах одной стадии очень высока вероятность получе­ния ошибки. |

Продолжение табл. 4

1. Определение и четкая формулировка целей при разработке спо­соба оценки риска.
2. Определение основных структурных уровней в общей схеме расчета риска.
3. Определение основных подсистем общей схемы расчета риска.
4. Предлагаемые схемы расчета рисков не должны быть громоз­дкими.
5. Количество подсистем и количество элементов системы расчета должно быть минимальным.
6. Каждый элемент и каждая подсистема общей схемы оценки ри­ска должны иметь четкое функциональное назначение.
7. Между элементами и подсистемами общей схемы должны су­ществовать четко определенные и действенные прямые и обрат­ные связи.
8. Жизнеспособность схемы расчета риска должна быть обеспече­на достаточным количеством необходимых данных.
9. В систему расчета риска должны входить только такие элемен­ты, работоспособность и эффективность которых проверена практикой.
10. В расчетную схему оценки риска целесообразно вводить проце­дуру итерации.

**Часть 3**

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ**

Введение

Слово «управление» — наиболее часто применяемое во всех сферах человеческой деятельности. Одной из сфер деятельнос­ти, в которой это слово является главным, является политика. Пре­зидент России и Госдума озабочены «улучшением» управления на уровне государства. Нужно сказать, что «кризис управления» харак­терен не только для России. На сегодняшний день — это общеми­ровая проблема.

Термин «управление» тесно связан с понятием доминирования, контроля и возможностью влияния на процессы для того, чтобы они развивались в желаемом направлении. В рамках отдельно взя­того человека, по-видимому, это связано с человеческой природой и в большей степени присуще мужчинам, нежели женщинам. Же­лание доминировать, контролировать и управлять характерно не только для отдельного человека. Это желание ярко выражено и на уровне групп людей, этносов, или отдельных национальностей, а также целых государств. Известно, что США сторонники «монопо­лярного мира» и не скрывают своего" желания управлять всем чело­вечеством, то есть доминировать, контролировать все и всех.

Людям свойственно желание управлять природой, обществен­ным сознанием и т. д., но при этом мало кто задумывается о смысле такого управления и о возможности его реализации. Очень часто людям только кажется, что они управляют ситуацией. Кроме того, часто происходит переоценка человеком своих возможностей в плане управления и реального влияния на ход тех или иных процес­сов. Как говорят, желаемое выдается за действительное.

Структурирование и упорядочение в науке означает, что в про­блеме управления необходимо четкое выделение, по крайней мере, трех основных компонентов:

1. Объект, система, процесс, явление, феномен, которым мы же­лаем управлять.
2. Человек или группа людей, которые желают или должны управ­лять.
3. Набор методов, средств, приемов, способов, структур, схем, си­стем, с помощью которых мы, воздействуя на то, чем мы управ­ляем, реализуем доминирование и контроль и достигаем по­ставленных целей.

С первыми двумя позициями особых проблем нет, так как всег­да есть то, чем надо управлять, и есть те, кто хочет или должен управлять. Есть феномен риска, которым надо управлять, или с по­мощью которого надо управлять, и есть люди, которые понимают, что надо научиться это делать.

Тут и появляется сложнейшая проблема — а как это все можно осуществить? Оказывается, что в нашем распоряжении не так уж много возможностей. В общем плане различают следующие спосо­бы управления риском:

1. Организационные.
2. Технические.
3. Технологические.
4. Экономические.
5. Командно-административные.
6. Информационные.
7. Интеллектуальные.

Ни один из этих способов, взятый в отдельности, проблему управления риском не решает. Чаще всего, приходиться применять несколько методов, используя наработки многих наук, то есть меж­дисциплинарный подход. Решением этой задачи занимается наука об управлении, которая, в свою очередь, распадается на ряд отдель­ных направлений. К этой науке тесно примыкает наука о принятии решений.

Что касается науки об управлении риском, то все началось еще со времен Бернулли и Колумба и активизировалось в конце XIX в., когда началась разработка актуарной математики. Предметом ее рассмотрения являются риски и их управление, что связано с тео­рией страхования жизни и построения пенсионных схем. В этой те­ории продолжительность жизни рассматривается как случайная ве­личина и ключевой функцией является функция выживания. Зная эту функцию, можно эффективно строить работу страховых компа­ний и управлять рисками. Затем, когда появились первые автома­ты, появилась теория автоматического управления, которая к на­стоящему времени является хорошо разработанной наукой. Но жизнь выдвигала все новые и новые задачи, кроме того, усложня­лись условия, в которых надо осуществлять это управление. Услож­нялись также объекты и системы, а значит и риски, которыми надо управлять.

Спустя сто лет в конце XX века возникли принципиально новые проблемы, обусловленные экономическими и демографическими факторами, что вновь обостряет и делает актуальной задачу управ­ления рисками.

Мир изменился и мы перешли в новую информационную ре­альность, то есть мы перешли от индустриального общества к «об­ществу риска». Многими специалистами этот переход связывает­ся с изменением системных свойств нашего мира. Эти изменения можно связать со следующими факторами:

1. Возникновение рисков, обусловленных длинными причинно-следственными связями.
2. Междисциплинарный характер риска.
3. Глобальные изменения.
4. Сокращение горизонта прогноза.

Системный кризис означает невозможность решить возникаю­щие проблемы в одной области и на одном уровне. Поэтому в на­стоящее время исчисление рисков, необходимое для построения эффективной системы управления рисками, включая математичес­кое моделирование, технологии принятия решений, анализ статис­тики, рассматривается как важнейшая область деятельности. Эта об­ласть деятельности служит связывающим звеном между естествен­ными, точными и гуманитарными науками. Иными словами, в отношении рисков и управления ими, мы находимся в области параметров, с которыми ранее человечество не встречалось.

Со стратегической точки зрения на проблему управления рис­ками можно посмотреть с разных позиций:

1. Создавать все заново. На это Нет ресурсов.
2. Максимально использовать все имеющееся наработки, одно­временно отказавшись от старых взглядов «отраслевого подхо­да» к проблеме управления рисками.

Как отмечено выше, нет единства мнений и относительно того, что считать руководящей идеей. Есть специалисты, считающие, что надо придерживаться «стратегии нормальных аварий», а есть спе­циалисты, считающие, что основой должна служить «стратегия ре­агирования на изменения свойств системы». Есть еще «стратегия гарантированной надежности», а также «стратегия с идеальным мо­ниторингом». Выбор есть, но он не так прост, и на практике прихо­дится пользоваться либо модификациями этих стратегий, либо их комбинациями.

Наконец, отметим, что, говоря о подходах, применяемых при решении задачи об управлении рисками, ученые и специалисты до­вольно сильно расходятся в толковании слов, обозначающих эти подходы. В последнее время все мы наиболее часто слышим слово­сочетание «системный подход» или «системный анализ». Найдутся достаточно много людей, которые возьмутся растолковать вам, что это такое. Но проявим сдержанный скептицизм. Особенно трудно объяснить, что такое «системный анализ». Слово «система» ассоци­ируется с понятием целого, а слово «анализ» означает разложение на части. Вот и попробуйте примирить эти две противоположности. Правда есть Закон синтеза, позволяющий временно удерживать эти противоположности вместе до того момента, как будет найдено но­вое понимание вопроса. Можно сказать иначе «Анализ систем». При таком словосочетании некоторая неопределенность снимает­ся, если под этим понимать анализ объектов, рассматриваемых как системы. Что касается словосочетания «системный подход», то его разъяснение будет дано и проиллюстрировано ниже по ходу из­ложения материала.

**3.1. История взаимосвязи управления и риска**

Управление и риск существовали всегда с момента появ­ления человечества. Управление осуществлялось с учетом риска на основе интуиции, опыта и здравого смысла и являлось эмпириче­ским. Управление обеспечивало выживание человека и общины. На более поздних стадиях развития человечества появились госуда­рства. Управление осуществлял верховный правитель страны на ос­нове свода правил и установок религии. Основа такого управления в обществе сохранилась в своих чертах до наших дней. В последую­щем для более эффективного управления в практику решения час­тных задач внесли элементы математической теории управления и математической теории оптимизаций.

Во времена промышленной революции возникла классическая теория управления (регулирования) отдельными механизмами, уст­ройствами и процессами, основанная на описании динамики объ­ектов дифференциальными уравнениями. При управлении риск учи­тывался косвенно по критериям устойчивости, возможности резо­нансных явлений и разрушения и т. д. Успехи классической теории управления колоссальны, например управление запуском и дви­жением космического корабля. В создание классической теории управления наиболее ценный вклад внесли Н. Chestnut, R. W. May­er, F. R. Bellman, Л. С. Понтрягин, Я. 3. Цыпкин и др.

Во время Второй Мировой войны для целей управления воз­никла такая математическая дисциплина, как исследование опера­ций (Джон фон Нейман и др.), использующая системный подход к постановке задач и принятию решений. В последующем эта дис­циплина почти полностью переключилась на теорию игр и решение оптимизационных задач методами линейного и нелинейного про­граммирования. Были созданы методы для решения отдельных задач оптимизации с критериями экономической эффективности (транспортная задача, раскрой материала и т. д.).

Сразу же после второй мировой войны возникла кибернетичес­кая теория управления (Н. Винер и др.). В ней по наблюдаемым па­раметрам на входе и выходе объекта строилась математическая мо­дель объекта в виде так называемого «черного ящика» Такое управ­ление использовалось для решения частных задач оптимального управления. Риск при таком управлении рассматривался как веро­ятность неуспеха в достижении цели из-за неадекватности модели и наличия помех.

В 1952 году появилась наука управление риском инвестиций, ког­да Г. Марковиц сформулировал задачу выбора оптимального по­ртфеля ценных бумаг. Для каждой ценной бумаги в портфеле учи­тывались: доходность как математическое ожидание и риск как среднеквадратическое отклонение и мера неопределенности доход­ности. Вводились такие новые понятия, как диверсификация, кри­вые безразличия, достижимое и эффективное множества портфе­лей. Вклад Г. Марковица был значителен, и ему была присуждена Нобелевская премия по экономике за 1990 год. В дальнейшем тео­рия портфеля была развита как теория VaR (Value-at-Risk) в рабо­тах Д. Тюбина, Д. Маршалла, У. Шарпа, С. Росса.

С появлением ЭВМ возникло так называемое информационное управление (В. М. Глушков, В. И. Скурихин и др.), а точнее, АСУ — автоматизированные системы управления. Эти системы имеют:

--------------------------------------------------------------------------------

который позволяет принимать решения с «открытыми глазами». Были проведены также исследования по созданию научных основ информатизации. Выявлены концептуальные основы информати­зации, определены и сформулированы ее сущность, цели и при­нципы, выявлены проблемы информатизации и пути их решения, определены основные этапы, а также направления и сферы инфор­матизации, раскрыт двойственный характер взаимоотношения на­уки и информатизации. Обоснована неизбежность рассмотрения также задач информационной безопасности.

В России работы по стратегии управления рисками с привлече­нием новых подходов из фундаментальных наук начаты в 1997 г. Разработана Государственная программа «Безопасность России». В книге крупных ученых — авторов этой программы «Управление рисками» обращается внимание на проблемы стратегии управле­ния рисками. Концепция авторов сводится к тому, что на основе накопленного опыта может быть построена новая наука — матема­тическая теория безопасности и риска. Эта теория должна нахо­диться между уровнем, на котором принимаются политические и стратегические решения в виде законов, и уровнем разработки кон­кретных технических систем. В качестве методической основы для создания такой теории предлагается использовать нелинейную ди­намику. Но верность этого положения не показана даже для таких катастроф, как землетрясение, наводнение, снежная лавина и др., где происходит накопление энергии или массы с последующим их быстрым освобождением. В другой книге «Управление риском. Ри­ск. Устойчивое развитие. Синергетика.», написанной группой вид­нейших ученых, авторы продвинулись дальше, что позволяет наде­яться на определенный прорыв в этой области знаний.

3.2. Практическое понимание проблемы управления риском

Естественные природные системы обладают свойствами самоорганизации, самоподдержания, саморегулирования. Иначе говоря, как мы понимаем в первом приближении, они сами собой управляют. Это управление, по-видимому, лежит в общем русле эволюции природы на нашей планете и согласовано с ней.

Человек не столь совершенен по сравнению с природой и все что он создает, функционирует в конечном отрезке времени, нуж­дается в периодическом осмотре, профилактике, ремонте, замене и т. д. В периодическом пересмотре нуждаются и наши умозритель­ные построения и понимание задачи управления риском.

Практическое понимание проблемы управления риском но­сит сегодня, и не только в России, «отраслевой» и иерархический характер. Каждое министерство или ведомство по своему пони­мают эту проблему и стараются выработать соответствующие нор­мативные документы регулирующего характера. Между этими структурами, как правило, отсутствует согласование и стремление к совместному решению проблем. В некотором смысле можно МЧС рассматривать как координирующую организацию. Однако на практике это не так. Центр тяжести зоны ответственности МЧС лежит на ликвидации последствий аварий и катастроф, то есть на этапе, когда уже все случилось. Справедливости ради надо отме­тить, что все больше укрепляется мнение, что МЧС должно зани­маться предсказанием, прогнозом и предупреждением возможных ЧС. И соответствующие шаги в этом направлении уже сделаны. Это правильно, потому что если этого не делать, то у нас просто не хва­тит ресурсов для ликвидации последствий ЧС. Уже сейчас на лик­видацию последствий ЧС в России тратится от 10 до 15% всех фи­нансовых и материальных ресурсов страны. Если и дальше так пой­дет дело, то очень скоро денег не хватит, и мы будем заняты не финансированием и развитием всех необходимых сфер деятельнос­ти, а восстановлением разрушенного.

Одновременно предпринимаются серьезные попытки разработ­ки государственной политики в области снижения рисков и смяг­чения последствий ЧС. Финансируются Государственные програм­мы, например, «Безопасность России», о чем уже сказано в пре­дыдущем параграфе. В рамках этой и других программ ведутся работы теоретического и прикладного характера, конечной целью которых является, в том числе, создание теории оценки и управле­ния риском.

Независимо от уровня власти и принадлежности к тому или иному ведомству, общим пониманием проблемы является то, что задача управления риском тесно связана с понятием планирования. В связи с этим напомним, что понятие план включает в себя такие утверждения как:

а) намеченная на определенный период работа с указанием целей,
содержания, объема, методов, способов исполнения, последовательности, сроков выполнения;

б) замысел, предусматривающий определенный ход или развитие
событий;

в) способ рассмотрения чего-либо;

г) определенный порядок, последовательность в чем-либо, например, в действиях, мероприятиях и т. д.

Довольно часто под планом понимается графическое схемати­ческое изображение объекта или его частей, участков местности (карты) и т. д.

Из сказанного ясно, что определение плана многозначно.

Из определения плана вытекает, что планирование следует пони­мать как составление (разработку) плана.

Однако это определение планирования не является единствен­ным. В доказательство этому приведем еще одно определение по­нятия планирования.

Под планированием понимается целенаправленный, организован­ный и непрерывный процесс выделения различных элементов и аспек­тов организации, определения их состояния и взаимодействия в данное время, прогнозирования их развития на некоторый период в будущем, а также составления и программирования набора действий и ресурсов для достижения желаемых результатов.

Нам представляется, что более прагматичным будет понимание плана соответственно тому, что обозначено во всех вышеприведен­ных пунктах а—г, не игнорируя того факта, что возможно и гра­фическое изображение плана. Приведенные во многих издани­ях блок-схемы, алгоритмы, карты риска и т. п. подтверждают ска­занное.

Выше мы привели различные точки зрения на проблему управ­ления применительно к различным сферам деятельности. Эти точ­ки зрения отличаются в зависимости от поставленной задачи. Под­ходы к ее решению также отличаются многообразием. Продолжим этот разговор и посмотрим на проблему управления риском с точки зрения систем принятия решений.

По одному из определений *«сущность управления риском заключается в деятельности различного уровня органов управления, действующих на основе современных научных достижений в области риска, обеспечивающих информационно-аналитическую поддержку принятия решений».* Нетрудно видеть, что подобная формулировка носит общий характер и вряд ли может указать пути, двигаясь по которым мы сможем этим риском управлять.

Другое мнение содержится в утверждении, что «управление рис­ком есть процесс идентификации, оценки, отбора и реализации сово­купности действий и мероприятий, направленных на снижение вели­чины риска возникновения ЧС, причинения вреда здоровью человека и окружающей среде. Целью управления риском является поиск и при­нятие научно-обоснованных, экономически эффективных, интегриро­ванных мер, призванных снизить, предотвратить или минимизиро­вать риск с учетом социальных, культурных, этических, националь­ных, политических и правовых особенностей».

Нетрудно видеть, что второе определение процесса управления риском значительно шире традиционного, которое используется до настоящего времени и сводится к рассмотрению процесса оценки альтернативных регулирующих мероприятий или действий и выбо­ра оптимального среди них.

Таким образом, задача управления риском требует выявления и предварительной проработки отдельных ее частей (элементов) всей схемы управления, объединенных общей целью. Важным этапом такой работы является определение числа этих основных элемен­тов общей схемы, их функционального назначения, связей между ними, как прямых, так и обратных, и способов их построения.

Традиционно, во многих странах мира, в том числе в Рос­сии, США и в Европе в последние десятилетия 20-го века процесс управления риском основывался на использовании командно-ад­министративных методов, которые зачастую требовали соблюдения природоохранных стандартов за счет применения специальных технологий, а непосредственно управление было сфокусировано на осуществлении контроля за отдельными источниками опасности и загрязнений и тем воздействием, которое они оказывают на челове­ка и природу.

Командно-административный метод имеет свои недостатки, но пока ему альтернативы нет. Заставить предпринимателей, бизнес­менов и тем более крупные фирмы исполнять принятые природо­охранные законы уговорами никому не удавалось. Кроме того, не все возможности метода исчерпаны. Дальнейшее его совершен­ствование лежит в плоскости применения новых информационных технологий, а также в повышении эффективности за счет пере-" стройки организационной структуры и переосмысления взаимо­связей и взаимоотношений между системой управления и объекта­ми управления.

Многие неудачи лиц, ответственных за управление риском свя­заны с тем, что существующие проблемы обеспечения безопаснос­ти и управления риском являются комплексными и имеют множес­твенные источники возникновения. Эти источники тесно связаны с другими факторами опасности, создающими угрозу здоровью че­ловека и окружающей среде. Это обстоятельство обусловливает не­обходимость учета фактора множественных рисков и множествен­ности источников. Надо отметить, что соответствующие исследова­ния в этом направлении в последнее время активизируются.

3.3. Системный подход к управлению риском

Определение «системного подхода» как научного метода исследования объекта, явления, процесса или той или иной про­блемы неоднозначно. Основной конфликт связан здесь с соотно­шением части и целого. Акцент на части получил название «ана­литический подход», акцент на целое — «холистический подход». Словосочетание «холистический подход» употребляется довольно редко, куда чаще применяется комбинация «системный подход».

В некоторых случаях под системным подходом понимается оп­ределенная последовательность в организации нашего мышления при рассмотрении конкретной задачи, структурированная в нечто, называемое системой. Системный подход в этом случае связан с субъектом, то есть с тем, кто проводит исследования. Тогда обычно говорят, что исследователь систематически наблюдает (исследует) некоторый феномен, придерживаясь определенной схемы.

Однако под системным подходом достаточно часто понима­ют нечто другое, а именно, объект рассмотрения моделируется как система. При этом способ рассмотрения этой системы не детализи­руется. Но, если эту систему мы разделяем на части и пытаемся по­нять свойства системы исходя из свойств отдельных частей, то под­ход нельзя назвать системным. Это будет все тот же аналитический подход. Его корректнее назвать «системным анализом» или, точнее «анализом систем». То есть, строго говоря, анализ систем не есть системный подход. Более того, современная наука осознала, что систему нельзя понять с помощью анализа.

Чтобы снять неопределенность в понимании термина «систем­ный подход» необходимо разработать соответствующие критерии, с помощью которых можно ответить на вопрос, действительно ли мы применяем системный подход.

В качестве первого критерия можно назвать соответствующий образ мышления — системное мышление.

Второй критерий связан с наличием паттерна, то есть конфигу­рации взаимоотношений между частями и целым, которая должна обязательно присутствовать в нашей схеме мышления.

Третий критерий связан с наличием в применяемом методе синтеза (единства) нескольких подходов. При этом может полу­читься вариант «междисциплинарного подхода».

Четвертый критерий относится к необходимости существова­ния процесса, связывающего схему мышления (рассмотрения) со структурой этой схемы.

Подводя итог, скажем, что при системном подходе имеют в виду, что свойства частей могут быть выведены только из организации целого.

Есть, однако, у затронутой проблемы и другая сторона вопроса. Как классифицировать метод, если он относится к проблеме управ­ления. На практике приходится чаще всего управлять сложными объектами, которые с полным правом могут рассматриваться как системы. С другой стороны, организационную структуру, осу­ществляющую управление, тоже часто называют системой. Тогда понятие «системный подход» приобретает другой смысл. Наконец, имеется масса примеров, когда и объект и наблюдатель представля­ют собой системы. Тогда в каждом конкретном случае необходимо четко оговаривать, что имеется в виду и наполнение содержания понятия «системный подход» тесно связано с целью, которую мы пытаемся достичь.

Во избежание недоразумений, сразу оговоримся, что под сис­темным подходом в данном контексте понимается управление риском с помощью организованной по критериям, рассмотрен­ным выше, схеме мышления, либо с помощью системы управления. Целью такого управления является контролируемое воздействие на параметры объекта или системы.

Системой управления может быть, в том числе, отдельно взя­тый человек. Системой управления может также быть лицо или группа лиц, принимающих решение, системы власти соответствую­щего уровня и ответственности, организационные структуры и спе­циально разработанные умозрительные построения, называемые схемами. Иногда схему управления можно рассматривать как основной элемент, а иногда как вспомогательный. Возможно рас­смотрение схемы в качестве своего рода инструкции или методиче­ских рекомендаций.

Возможность и целесообразность создания таких схем управле­ния риском многими исследователями ставится под сомнение. Их аргументы понятны. Вряд ли можно выявить и идентифицировать все источники опасности и установить все значимые внутренние и внешние связи. Очень трудно расставить приоритеты.

---------------------------------------------------------------------------

3.6. Факторы, влияющие на организацию и формирование процесса управления риском

Закон Знания гласит, что знание наделяет нас силой, по­вышает нашу власть над феноменом, увеличивает наши возмож­ности управлять этим феноменом. Как известно, есть понятие базы данных, и есть понятие базы знаний. Что же должно входить в базу знаний? Можно поспорить на эту тему, но для практики важен, прежде всего, опыт и знание предистории вопроса. Кроме того, важны знания, связанные с областью нашего рассмотрения в кон­тексте получения новых данных, а также основных направлений развития человеческой мысли в этой сфере деятельности. Именно поэтому в данный параграф введены несколько пунктов, связанных с рассматриваемой проблемой. Обратимся к ним.

1. Причины и последствия крупных катастроф.

За последние десятилетия центр тяжести взглядов сместился от опасностей к рискам. От селей, тайфунов, наводнений, землетрясе­ний, от того, что лежит вне человека, к техногенным, экологичес­ким, социальным катастрофам, связанным с решениями, принима­емыми людьми.

Впервые особое внимание общественности и ученых к крупным промышленным авариям было привлечено после аварий 70—80-х годов XX века на химических предприятиях в Фликсборо (Англия, 1974) и Севезо (Италия, 1976), в результате которых пострадали сот­ни и тысячи людей, был нанесен существенный, непоправимый ущерб окружающей среде, затрачены огромные ресурсы (матери­альные, людские, временные и т. д.) на ликвидацию их послед­ствий. Печальный список продолжили в 80-х годах трагедии Бхо­пала (Индия, 1984) и Чернобыля (Украина, 1986). Бесконечные вирусные атаки в информационной сети Интернет, а также мас­штабные террористические акты в США (сентябрь, 2001) выявили другие аспекты безопасности. В результате аварий был причинен громадный ущерб окружающей среде, а число погибших людей из­мерялось тысячами.

**В природно-техногенной сфере наблюдается усиление двух ти­пов опасностей.**

Во-первых, это общепризнанные экологические опасности окружающей среде, как среде обитания и жизнедеятельности, вы­званные устойчивыми негативными антропогенными воздействия­ми на окружающую среду. Нарастание этих воздействий в сочета­нии с глобальными природными процессами изменения климата и окружающей среды может привести к экологическим катастрофам глобального и национального масштаба.

Во-вторых, бурное развитие научно-технического прогресса в гражданском и оборонном комплексах во многих странах мира привело к существенному разрыву между экспоненциально возрас­тающими угрозами в природно-техногенной сфере и способностью отдельных стран и мирового сообщества в целом противостоять этим угрозам.

Степень защищенности человека, государства и человечества, а также среды обитания и жизнедеятельности от все нарастающих опасностей природно-техногенных катастроф, несмотря на пред­принимаемые усилия во всем мире, пока не повышается. Природно-техногенные катастрофы способны создавать и усиливать угро­зы в социально-политической, экономической, демографической сферах.

Необеспеченность безопасности приводит к ежегодным поте­рям, измеряемым десятками миллиардов рублей. Проблемы безо­пасности и риска в экологии, технике, экономике, террористичес­кая и информационная опасность стали реальными государствен­ными проблемами. В России насчитывается около 45 тыс. опасных производств и имеется множество сооружений, разрушение кото­рых может привести к бедствиям регионального и национального масштаба.



1. Наиболее опасные отрасли индустрии.

По степени потенциальной опасности, приводящей к катаст­рофам в техногенной сфере гражданского комплекса, можно вы­делить объекты ядерной, химической, металлургической и горно­добывающей промышленности, уникальные инженерные сооруже­ния (плотины, эстакады, нефтехранилища), транспортные системы (аэрокосмические, надводные и подводные, наземные), перевозя­щие опасные грузы и большие массы людей, магистральные газо-, нефте- и продуктопроводы. Сюда же относятся многие объекты обо­ронного комплекса: ракетно-космические и авиационные системы с ядерным и обычными зарядами, атомные подводные лодки, скла­ды обычных и химических вооружений.

1. Величины рисков и размеры ущерба.

Для обеспечения техногенной безопасности на границе XX и XXI веков должно быть учтено, что в мировой техногенной граж­данской и оборонной сфере насчитывается до 103 объектов ядерной техники мирного и военного назначения, более 5 х 104 ядерных бое­припасов, до 8 х 104 тонн химических вооружений массового пора­жения, сотни тысяч тонн взрывопожароопасных, сильно действую­щих ядовитых веществ, десятки тысяч объектов с высокими запаса­ми потенциальной и кинетической энергии газов и жидкостей.

При анализе безопасности техногенной сферы следует учиты­вать как упомянутые ущербы, так и серийность соответствующих потенциально опасных объектов. Наиболее тяжелые аварийные си­туации возникают на уникальных объектах, единичных и мелкосе­рийных. Число однотипных атомных энергетических реакторов со­ставляет 1—10 при их общем числе в эксплуатации 450—500, число однотипных ракетно-космических систем составляет от 3—5 до 50—80. Среднесерийные потенциально опасные объекты исчисля­ются сотнями и тысячами, а крупносерийные — десятками и сотня­ми тысяч (автомобили, сельскохозяйственные машины, станки). В связи с изложенным, интегральные экономические риски, опреде­ляемые произведением единичных рисков на число объектов, ока­зываются сопоставимыми для уникальных объектов и для объектов массового производства.

Исключительно важное значение имеет достигнутый уровень обоснования безопасности потенциально опасных объектов при проектировании. Применительно к авариям для крупносерийных сложных технических систем, в которых опасные повреждения воз­никают в нормальных условиях эксплуатации, уровень прогнози­рования безопасности и надежности составляет 10—100%. Опасные и катастрофические разрушения крупно- и среднесерийных слож­ных технических систем в условиях нормальной эксплуатации про­гнозируются уже в существенно меньшей мере, от 1 до 10%.

Из данных о рисках техногенных аварий и катастроф на объек­тах с исключительно высокой потенциальной опасностью следует, что различие в уровнях требуемых и приемлемых рисков, с одной стороны, и уровнем реализованных рисков, с другой, достигает двух и более порядков вместе. Также известно, что повышение уровня защищенности объектов от аварий и катастроф на один по­рядок требует больших усилий в научно-технической сфере и су­щественных затрат, сопоставимых с 10—20% стоимости проекта.

4. Источники аварий и катастроф, зависящие от человека.

В понятие сложной системы (СС) входят человеко-машинные системы, состоящие из оборудования, компьютеров, программных средств и действий персонала. Структурно сложные системы име­ют хотя бы один из двух характерных признаков:

1. между элементами системы существуют логические связи типа «и», «или», «нет», имеются повторные элементы и циклы;
2. существует много уровней состояний элементов и самой систе­мы.

Возникновение аварийных ситуаций, аварий и катастроф в та­ких СС, как ядерные энергетические установки, пусковые ракет­ные комплексы, нефте-, газоперерабатывающие и другие химичес­кие производства, магистральные трубопроводы и транспортные системы, принято относить к числу редких случайных событий. Однако по своим последствиям, связанным с выбросом радиоак­тивных и токсичных веществ, взрывами с разлетом частей кон­струкций, обширными фронтами пламени, загрязнением окружаю­щей местности, наиболее крупные из них могут быть сопоставимы со стихийными .бедствиями.

В числе причин аварий и катастроф в СС, зависящих от самих разработчиков, производителей и потребителей можно назвать сле­дующие:

1. недостаточное качество проектов;
2. недостаточное качество доводочных испытаний;
3. недостаточное качество эксплуатационных испытаний;
4. недостаточное качество мониторинга в эксплуатации;
5. износ и старение оборудования в эксплуатации;
6. снижение качества персонала как следствие социальных фак­торов;
7. ошибки обслуживающего персонала;
8. мошенничества персонала в бизнесе;
9. террористические акты;
10. атаки хакеров.

При действиях этих причин в отдельности и в сочетании проис­ходят аварии и катастрофы с человеческими жертвами и большим материальным ущербом. Возникает опасность как непосредствен­но для самого персонала, обслуживающего систему, так и для окру­жающей среды и населения региона. Аварии и катастрофы при­водят к большим ущербам и снижению жизненного уровня на­селения.

Отметим, что на некоторые из причин аварий как сами специа­листы, так и общественность обращают недостаточное внимание из-за их проявления с эффектом запаздывания, отсутствия интере­са у разработчиков тратить больше денег на проект и заинтересо­ванности владельцев скрыть истинные причин аварий. К таким причинам относятся, например, неудовлетворительное качество доводочных испытаний систем в лабораторных условиях и услови­ях эксплуатации.

5. Мониторинг и риск.

Мониторинг является составной частью систем обеспечения безопасности экологических, технических, экономических, орга­низационных и социальных систем. Образец мониторинга дает нам мировая экономика. Действительно, в большом числе ежедневных и еженедельных экономических газет сообщается о стоимости или индексах акций компаний, курсах валют, объемах продаж и др. Су­ществуют многие независимые институты и агентства, которые оценивают и публикуют рейтинги банков, стран и отраслей по на­дежности капиталовложений.

По Интернету можно в реальном времени (по минутам) узнать ситуацию на всех известных финансовых и товарных биржах мира (Нью-Йоркской, Лондонской, Токийской и др.). В том числе объе­мы продаж, неудовлетворенный спрос, курсы валют, индексы ак­ций, цены на зерно, хлопок, нефть, газ, золото, медь и другие ме­таллы и товары. Эта же информация может быть получена за любой прошедший период времени по часам, дням, месяцам и годам. Все в бизнесе осуществляется с открытыми глазами. Поэтому мировая экономика в течение последних 70 лет не знает таких острых кризи­сов, как в 1929 году.

Мониторинг в медицине в виде историй болезней больных, их кардиограмм и результатов анализов позволяет организовать эф­фективное и безопасное лечение.

Мониторинг состояния общества в виде опросов общественно­го мнения по социальным проблемам позволяет выявить болевые точки общества, предотвратить социальные взрывы и наметить эф­фективные программы развития и реформ.

Для сложных технических комплексов, конструкций и соору­жений, длительное время находящихся в эксплуатации, причиной аварий и катастроф могут стать деградация свойств материалов, предельные уровни накопленных повреждений, образование и не­контролируемое распространение трещин, кавитационные износы, нарушение герметичности фланцевых соединений, уменьшение сопротивления изоляции кабельных линий вследствие старения полимерных покрытий и т. д.

Для потенциально опасных объектов и производств характерна существенная выработка проектного ресурса. В энергетике, нефте­химии, газохимии потенциально опасные объекты имеют выработ­ку проектного ресурса на уровне 75-90%.

В индустриально развитых странах эффективная борьба с воз­никновением ЧС (создание баз данных, систем прогнозирования и предотвращения) опирается на современные информационные технологии. Это означает, что создается целостная быстродейству­ющая система получения, обработки и применения информации об острых ситуациях в области безопасности. Она включает в себя сле­дующие компоненты:

* специализированные датчики;
* мониторинг информации с преобразованием данных в единый формат;
* телекоммуникационные сети;
* системы обработки информации: расчеты, численное и визуальное моделирование ситуации, пространственная и времен­ная аппроксимация ситуации;
* системы подготовки рекомендаций для разрешения острых ситуаций, в том числе их предотвращения. -

В результате использования такой системы можно как предот­вратить целый ряд природных и техногенных катастроф, в том чис-

ле ЧС на объектах МПР, так и сделать более эффективным их раз­решение.

В связи с гигантским объемом необходимой информации созда­ние такой системы возможно только при использовании современ­ной высокопроизводительной компьютерной техники.

6. Государственная программа «Безопасность России».

После аварий и катастроф происходит вспышка активности правительственных чиновников по созданию комиссий для рассле­дования и раздачи пособий до следующей катастрофы. Расходы Министерства по ЧС скоро составят четверть бюджета страны из-за увеличивающегося числа аварий и катастроф. Их «работа» по пре­одолению последствий видна «налицо». Обеспечить же работу по снижению уровня риска аварий и катастроф гораздо труднее, так как требуются новые подходы, стратегии, принципы и методы, но­вая культура и большие средства. А результаты этих усилий могут проявиться только через несколько лет или остаться незамеченны­ми, если не будет серьезных аварий.

Экспертиза крупных техногенных аварий и катастроф XX сто­летия показала, что дальнейшая разработка и реализация программ научно-технического развития современной цивилизации невоз­можна без системного научного подхода к решению проблемы обеспечения безопасного функционирования технических объек­тов и разработки методического аппарата для количественной оцен­ки риска. Создание фундаментальных научных, правовых и эко­номических основ обеспечения безопасности является одной из целей государственной научно-технической политики и государст­венной научно-технической программы по безопасности природ­но-техногенной сферы, по повышению безопасности в промыш­ленном, энергетическом, транспортном, строительном, нефтегазо­вом, горнодобывающем и оборонном комплексах, по созданию новых материалов и технологий.

Государственная программа «Безопасность» определяет пере­ход на анализ и управление рисками, как на основополагающую систему регулирования и обеспечения безопасности, взамен сущес­твовавшего ранее подхода к обеспечению абсолютной безопаснос­ти. Государственная стратегия призвана обеспечить формирова­ние, принятие и использование научно обоснованных методов и критериев определения и управления состояниями систем в про­странстве приемлемых рисков. Цели государственной стратегии следующие:

1. контролируемое и нормируемое государственное, региональ­ное, отраслевое и объектовое управление созданием и функцио­нированием сложных систем по критериям риска;
2. оптимизация действий в чрезвычайных ситуациях для миними­зации текущих и отдаленных последствий.

Пути снижения рисков и смягчения последствий ЧС вытекают из общих принципов обеспечения безопасности в природно-техно­генной сфере:

1. приоритет безопасности;
2. высокий уровень государственного регулирования;
3. запретительные механизмы нарушения эволюционного разви­тия;
4. использование методов анализа риска;
5. неотвратимость ответственности;
6. обязательное возмещение ущерба;
7. доступность получения информации;
8. заявительный порядок деятельности;
9. анализ чрезвычайных ситуаций.

Проблема моделирования и анализа безопасности СС включает в себя:

* создание сценариев аварий и катастроф и построение матема­тических моделей риска;
* разработку методов обеспечения безопасности человека-опера­тора, рабочего персонала и населения при аварийных ситуа­циях.

3.7. Продолжим разговор об управлении риском

Еще раз обратимся к определению понятия «управле­ние». В БСЭ, т. 27, с. 99. сказано: «Управление — это элемент или функция организационных систем различной природы, обеспечи­вающая сохранение их определенной структуры, поддержание ре­жима деятельности, реализацию программы, цели деятельности». В этом определении ключевым словом выступает слово «функция». Таким образом, под системой управления можно понимать челове­ка, группу людей, или отдельный элемент (он может быть сложным элементом), выполняющий определенные функции. Согласно тео­реме Эшби управляющая система должна обладать не меньшим ко­личеством разнообразных состояний, чем объект (система)…..

--------------------------------------------------------------------

Программное обеспечение мероприятий по оценке и управлению риском.

В связи со стремительным развитием компьютеризации за по­следнее время за рубежом и в России появилось достаточно много программных комплексов ускоренного статистического моделиро­вания. Наиболее известной в этой сфере деятельности является ком­пания Relex. Сама компания RSC была создана в США в 1986 году. Первая DOS версия программы Relex 217 автоматизировала основ­ные положения и вычислительные процедуры известного амери­канского справочника-стандарта MIL-HDBK-217 по прогнозиро­ванию безотказности элементов электронных, радиотехнических и электротехнических устройств. Первое Relex приложение Windows было создано в 1993 году. Последняя версия программы Relex 7.6 разработана под 32-разрядные ОС Windows (95/98, NT, 2000, ХР). В состав входят 8 аналитических модулей:

* прогнозирование безотказности (Reliability Prediction);
* прогнозирование ремонтопрогодности (Maintainability Predic­tion);
* анализ видов, последствий и критичности отказов (FMEA/ FMEGA);
* блок-схемы надежности (Reliability Block Diagram);
* деревья отказов/событий (Fault Tree/Event Tree);
* марковский анализ (Markov Analisys);
* статистический анализ (Waibull Analisys);
* оценка стоимости срока службы (Life Cycle Cost).

Лидерство Relex обусловлено следующим:

1. все модели и методы основываются на соответствующих между­народных стандартах;
2. работа аналитических модулей Relex поддерживается постоян­но обновляемой базой данных, содержащей исходные данные для анализа надежности/безопасности (интенсивности отказов электронных и механических элементов, данные по времени их ремонта, данные по видам и критичности их отказов);
3. открытостью базы исходных данных для анализа надежности;
4. интегрированностью Relex, которая заключается в реализации практически всех основных методов анализа (блок-схемы, де­ревья отказов/событий, марковские процессы)- в их взаимосвя­зи;
5. наличием модуля статистического анализа, который позволяет осуществить сбор и обработку данных, полученных в процессе опытной и/или подконтрольной эксплуатации или специаль­ных испытаний, и использовать эту информацию для коррек­ции исходных надежностных характеристик;
6. высокопрофессиональной реализации модулей классического анализа надежности: в блок-схемах учитываются сложные схе­мы резервирования, ремонта, профилактического обслужива­ния;
7. оперативным внедрением в Relex современных методов, таких как анализ рисков и анализ критичности отказов;
8. поддержкой решения оптимизационных задач надежности — оптимальное резервирование, планирование испытаний, орга­низация технического обслуживания;
9. удобством и развитостью интерфейса пользователя (в систему внедрены несколько графических редакторов для построения блок-схем, деревьев, графов переходов);

10) мощными утилитами для создания выходной документации — генератор отчетов произвольного формата, мастер построения графиков;

И) внедренными средствами импорта/экспорта, позволяющими сопрягать Relex с любыми средствами Microsoft Office, базами данных, логическими системами, САПР;

1. внедренными средствами повышения производительности ра­боты пользователя (умолчания, файлы фраз, макросы);
2. отличной документированностью и развитыми системами по­мощи и обучения;
3. постоянной технической поддержкой, которую оказывают спе­циалисты фирмы лицензированным пользователям.

К недостаткам программы Relex отнесли отсутствие русифика­ции и требование от пользователя не только умения работы в среде Windows, но и хороших знаний основ теории надежности, безопас­ности и риска и практических навыков проведения анализа теми или иными методами.

На сегодняшний день имеется достаточно большое количество программных продуктов по оценке риска. Наиболее часто встреча­ющиеся — это программы на основе метода «доза—эффект». Такой метод применяется при расчете радиационного риска и риска здо­ровью населения при наличие загрязняющих веществ в окружаю­щей среде. Есть также программы по оценке риска, связанного с распространением и переносом загрязняющих веществ в разных средах, причем они существуют в одномерном, двумерном и трех­мерном представлении.

Часть 4

РИСКИ ПРИРОДНЫХ

И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

Введение

Как отмечено выше, конец XX и начало XXI вв. ознаменовалось значительным ростом числа природных и техногенных аварий и катастроф. Но дело не только в росте их количества. Заметно возросли их масштабы и соответственно этому причиненные разрушения и число погибших людей. Некоторые ученые склонны связывать природные катастрофы с глобальным разрушением окру­жающей среды и возмущениями, вызванным человеческой дея­тельностью.

Техногенные аварии и катастрофы связаны, главным образом, с хозяйственной деятельностью человека. Главными причинами уси­ления масштабов и риска от катастроф являются резкое увеличение численности населения планеты и развитие разнообразных произ­водств, технологий и инфраструктур, разрушающих природу. К примеру, только в Амазонии в год вырубается лесов на площади, равной площади территории Англии.

В 2001 году в мире произошло около 650 крупных природных катастроф, унесших жизни более 25 000 человек и причинивших ущерб на сумму более 35 млрд. долл. Такого рода показатели во многом зависят от готовности территории к сокращению риска по­терь и существенно меняются во времени. Например, уже в 2002 г. при числе катастроф порядка 700 погибло около 11 000 человек, однако ущерб был значительно выше — 55 млрд.долл. Конец 2004 г. оказался трагическим для ряда стран Юго-Восточной Азии. Потря­сающей силы наводнение стало причиной гибели сотен тысяч лю­дей, материальный ущерб не поддается оценке. Это подтверждает 1 вывод о том, что наибольшие потери вызывают наводнения.

В России в 2004 г., как указывают зарубежные источники, прои­зошло 957 (по другим данным, заметно больше) природных и тех­ногенных катастроф, причем подавляющее число из них относятся к техногенным катастрофам. Результаты исследований, проведен­ных за последние 25 лет, показывают, что в слабо развитых странах зависимость потерь от катастроф существенно выше, чем в эконо­мически развитых регионах. Если принять во внимание, что за по­следнее десятилетие число и масштабность природных катастроф возросли в 5 раз, а их опасность — в 9 раз, то становится ясным, что ждет население экономически слабых стран в ближайшем будущем.

Простой анализ показывает, что энергонасыщенность совре­менных предприятий достигла колоссальных значений. Так, типо­вой нефтеперерабатывающий завод по переработке 10—15 млн. т. углеводородов в год сосредотачивает на своих площадях до 500 000 тонн топлива, что в тротиловом эквиваленте равносильно 5 мегатоннам тротила.

В подавляющем числе химических технологий предусматрива­ется применение высоких температур и огромных давлений. Все это является одной из причин больших масштабов аварийности и тяжести последствий происходящих аварий. Особо серьезную опасность представляют собой аварии на объектах гидроэнергети­ки. Опасность связана с возможными разрушениями плотин или другими причинами. Известно, что только в период с 1959 по 1989 гг. во всем мире произошла 31 крупная авария на плотинах и водох­ранилищах, в результате чего погибло более 23 тыс. человек и об­щий ущерб превысил 1 млрд. долларов США.

Следует отметить, что большая часть техногенных аварий про­исходит по вине персонала опасных объектов. Иначе говоря, чело­веческий фактор один из решающих. 60% авиакатастроф, 80% ава­рий на море и 60% аварий на промышленных предприятиях про­исходят по вине людей.

Все аварии, как правило, имеют и экологические последствия. Зонами наиболее высокого экологического риска являются про­мышленные центры и крупные города, и, в первую очередь, горо­да-мегаполисы.

Активная хозяйственная деятельность человека создает новые потенциально опасные производства и технологии. Растет число опасных объектов. В соответствии с этим растет число аварий и ка­тастроф. Велики потери как в человеческом, так и в материальном измерении. Уже сейчас на ликвидацию последствий природных и техногенных катастроф — чрезвычайных ситуаций (ЧС) в России отвлекается от 10 до 15% всех ресурсов страны. На фоне все увели­чивающегося роста числа природных катаклизмов наблюдается об­щее снижения уровня безопасности для жизни человека.

Риск последствий природных и техногенных катастроф в боль­шой степени определяется генезисом явления. Особенности риска существенно зависят от того, каково явление по генезису (изверже­ние вулкана, взрыв на химическом предприятии, разрыв дамбы и т. п.), в чем проявляется его воздействие на окружающую среду (за­топление территории водой или погребение ее под лавой и т. д.), какие вторичные разрушения оно порождает.

Опыт преодоления катастроф относится, прежде всего, к при­родным катастрофам и обычно недооценивается. А между тем в каждом регионе Земли все природные и антропогенные опасные явления повторяются, будучи, разумеется, регионально специфи­ческими. Учет исторического опыта является существенно значи­мым для снижения риска от катастроф.

Риск опасных явлений в некоторых случаях может быть снижен в результате таких превентивных мер, как создание сооружений и специальных средств защиты человека и природы. Риск от природ­ных и антропогенных катастроф может быть уменьшен только с учетом их социально-экономических аспектов. Более значимую роль в снижении риска должна играть информация о нем, которая должна включать сведения о природе и особенностях опасного яв­ления, необходимых действиях во время его развития. Своевремен­ная информация об угрозе и развитии опасного явления, знание о том, как вести себя в период критической ситуации, могут миними­зировать риск.

Понятно, что риск будет близок к минимуму, если регионы концентрации населения и очаги опасных явлений будут достаточ­но разобщены пространственно. В противном случае, а именно та­ковы реальные условия, социально-экономические и психологиче­ские факторы являются исключительно значимыми, а иногда игра­ют главную роль как факторы, определяющие масштабы бедствия. В регионах Земли с повышенным риском основополагающим при­нципом жизнедеятельности должна быть концепция «жизни с рис­ком». Риск должен рассматриваться как неотъемлемый компонент жизнедеятельности. К нему нельзя подходить как к феномену ред­кого или случайного характера в цепи событий.

Внедрение этой концепции в сознание людей и ее реализация на практике означает, что учет риска должен стать составной час­тью обеспечения всех видов жизнедеятельности населения, роль которого отчетливо осознается экономическими, социальными, в том числе образовательными, культурными и политическими институтами общества.

Как отмечено выше, существует несколько десятков методов оценки риска и все они сильно зависят от числа стартовых парамет­ров вводимых в модель расчета, а также от способов самого расчета. Каждый из этих методов имеет рамки своей применимости и часто относится к определенной отрасли человеческой деятельности. Од­нако, несмотря на это, совершенно очевидно, что никакое плани­рование мероприятий по снижению рисков ЧС невозможно, если не уметь оценивать риск.

Все это настоятельно требует проведения систематических глу­боких научных исследований в области теории риска, поиска путей снижения рисков и смягчения последствий аварий и катастроф в техногенной сфере в первую очередь. Угрозы можно упредить и предотвратить, а в некоторых случаях предсказать, последствия можно минимизировать. Именно это обстоятельство оправдывает затраты на исследования различных видов рисков с целью приня­тия первоочередных мер при планировании мероприятий, направ­ленных на снижение рисков ЧС.

Органы управления, ответственные за обеспечения безопаснос­ти объектов хозяйствования, природы и человека, в своей повсе­дневной деятельности руководствуются нормативными докумен­тами, регламентирующими их действия в самых разнообразных условиях. Разработкой и совершенствованием таких научно-обо­снованных методических указаний и рекомендаций занимаются Министерства, ведомства, отдельные институты и другие структу­ры. Наряду с этим приходится разрабатывать различного рода схе­мы классификации объектов, на которых возможно возникнове­ние ЧС.

4.1. Чрезвычайные ситуации и связанные с ними риски

В подавляющем большинстве случаев в человеко-машин­ных системах катастрофа случается, когда происходит одновремен­но несколько событий или риск состояния системы и ее элементов в результате «износа» превосходит допустимый. Даже на примере человека ясно, что он устает, нуждается в отдыхе и пище, чтобы с ним или системой, которой он управляет, не произошла ката­строфа.

Понятие катастрофы применительно к природным и техноген­ным феноменам является весьма расплывчатым и связано с особен­ностями восприятия этих явлений человеком. Определение этого феномена зависит от многих факторов. Поэтому и существует до­вольно много определений того, что можно и нужно называть при­родной катастрофой. По определению академика Кондратьева К. Я., катастрофа — это «чрезвычайная и бедственная ситуация в жизне­деятельности населения, вызванная существенными неблагоприят­ными изменениями в окружающей среде», или» скачкообразные изменения в системе, возникающие в виде ее внезапного ответа на плавные изменения внешних условий».

В настоящее время к природным катастрофам относятся на­воднения, засухи, ураганы, штормы, торнадо, цунами, извержения вулканов, оползни, обвалы, сели, снежные лавины, землетрясения, лесные пожары, пылевые бури, сильные морозы, жара, эпидемии, нашествия саранчи и многие другие природные явления. В буду­щем этот перечень может расшириться за счет возникновения но­вых природных катастроф, таких как, столкновения с космически­ми телами, биотерроризм, ядерные катастрофы, резкое изменение магнитного поля Земли, чума, нашествие роботов, сбои в работе сложных энергетических и коммуникационных систем, резкое по­вышение уровня Мирового океана и т. п.

Понятие природной катастрофы ассоциируется многими авто­рами с понятием экологической безопасности, которое возникло в связи с необходимостью оценки меры опасности—риска для насе­ления какой-то территории получить ущерб для здоровья, сооруже­ний или имущества в результате изменения параметров окружаю­щей среды. Эти изменения могут быть вызваны как природными, так и антропогенными факторами.

В первом случае опасность возникает за счет флуктуации в при­родных процессах, связанных с изменениями экологической обста­новки, возникновением эпидемии или за счет стихийного бедствия.

Во втором случае опасность появляется как реакция природы на действия человека.

В общем случае возникновение экологической опасности на данной территории является следствием отклонения параметров среды обитания человека за пределы, где при длительном пребыва­нии живой организм начинает изменяться по направлению, не со­ответствующему естественному ходу эволюции. По своему сущест­ву понятие «экологическая безопасность» связано с понятиями «устойчивость», «живучесть» и «целостность» биосферы и ее основ­ных элементов.

Как отмечено выше, аварии и катастрофы в природе и технос­фере, опасные природные явления и стихийные бедствия влекут за собой возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС). Обычно ЧС различают по природе и характеру, источникам возникновения и масштабам и т. д. Эти классификации широко известны. На основе этих классификаций определяются состав и организация примене­ния на различных уровнях сил и средств гражданской защиты при ликвидации ЧС.

Особенностью всех таких классификаций, предлагаемых МЧС, является констатация случившегося, то есть эти классификации от­носятся к третьей стадии ЧС. Что тут имеется в виду?

У любой катастрофы или аварии, конечно, есть причины. Сово­купность причин, приводящая к катастрофе никогда не возникает мгновенно. Многие события, которые мы потом характеризуем как катастрофы, «готовятся» годами, десятками, а может быть и сотня­ми, и тысячами лет. Это тот этап, который сейчас интенсивно из­учается с целью построить теорию прогноза таких явлений. В боль­шей части этот этап продолжает оставаться для нас практически не обнаруживаемым.

Второй этап связан с развитием самой ЧС от момента ее воз­никновения до момента окончания. Этот этап может продолжаться минуты, часы, сутки и даже долгие годы как, например, Чернобы­льская катастрофа.

Наконец, третий этап, это когда уже все случилось. Вот имен­но к третьему этапу относятся приведенная на рис. 7 современная классификация ЧС, принятая в России.

Наряду с этим в международной практике выделяют:

1. Планетарные катастрофы — например, столкновение планеты с астероидами, имеющими скорость более "80 км в сек., а также полномасштабные ядерные и химические (биологические) вой­ны. Ущерб таких катастроф фантастичен и не поддается раз­умной оценке. Такие катастрофы трудно уложить в какую-либо периодичность. Эта угроза сохраняется всегда, хотя мы себя те­шим надеждами, что ее вероятность чрезвычайно мала.
2. Глобальные катастрофы — могут затрагивать территории сопре­дельных стран. По периодичности такие катастрофы случаются примерно раз в 30—40 лет и более. Число пострадавших в них



более 100 000 человек, а экономический ущерб может состав­лять 100 и более млрд. долларов.

По генезису ЧС можно провести классификацию основных ри­сков. В одном из возможных подходов выделяют следующие разно­видности ЧС и связанные с ними риски:

1. Геофизические или геолого-геоморфологические ЧС. Среди них, в частности, выделяются землетрясения, извержения вул­канов, цунами, сели, оползни, обвалы. С такими явлениями связывают обычно геофизический риск.
2. Климатические ЧС, в том числе — засухи, тропические цикло­ны (штормы, торнадо), пылевые бури, сильные холода или жа­ра, причем особое внимание привлекают антропогенные воз­действия на глобачьный климат, а также на слой озона. В этих случаях говорят о климатическом риске.
3. Гидрологические ЧС, включая, в частности, речные наводне­ния, быстрые затопления морских побережий, медленные, но масштабные колебания уровня озер, внутренних морей, пере­мещения русел рек. С этими ЧС связан гидрологический риск.
4. Биологические ЧС. К ним обычно относят появление в боль­шом количестве различного рода вредителей (например, саран­чи), эпидемии среди людей и других живых организмов. Сюда же следует отнести уменьшение биоразнообразия. Здесь имеет­ся в виду биологический риск.
5. Антропогенные катастрофы различного масштаба — техноген­ные ЧС. Среди них доминируют загрязнения природной среды (чаще всего — техногенные). Сюда же следует отнести обезле-сивание местности, опустынивание, эрозию и засоление почв (вследствие гидромелиорации земель), пожары, формирование существенно неблагоприятной опасной обстановки, обуслов­ленной различного рода техногенными сооружениями — пло­тинами, дамбами, каналами, водохранилищами и др. В этом случае чаще всего говорят об антропогенном риске, хотя не будет ошибкой назвать его экологическим риском. Впрочем, это не принципиально, хотя важно для систем управления в плане раз­деления ответственности. Для органов власти надо знать, кто за что отвечает.

Очевидно, что четкого разграничения отдельных разновидно­стей риска иногда провести невозможно, так как возникшие ЧС имеют смешанное происхождение. Например, цунами — это одно­временно и геологическое (по происхождению) и гидрологическое (по последствиям) явление. С другой стороны, пожары чаще все­го имеют не природное, а антропогенное или смешанное проис­хождение.

4.2. Пространственно-временные особенности ЧС и факторы, формирующиеся при их возникновении

В глобальных масштабах общие закономерности про­странственного распространения опасных природных и техноген­ных явлений изучены сравнительно хорошо. Однако наиболее зна­чима информация о конкретном, точном месте развития конкрет­ного явления, но именно подобные сведения часто отсутствуют. Так, например, невозможно достаточно достоверно предсказать точное местоположение эпицентров будущих землетрясений (хотя в этом направлении и достигнут значительный прогресс), площадь зоны распространения (воздействия) вулканического извержения, области затопления территории речными или морскими водами.

Именно отсутствие подобных точных сведений усиливает по­следствия бедствий, подобных, например, катастрофическим на­воднениям на реках Миссисипи и Миссури в США в 1972-м и в 1983 гг. Зона распространения вод была неожиданно слишком об­ширной, что привело к бедствиям в национальных масштабах. Как было установлено позднее, подобные катастрофические наводне­ния случаются, соответственно, один раз в 100 или в 500 лет.

Очаги и источники возможной дестабилизации окружающей среды, имеющие техногенное происхождение, как правило, узко локализованы и поэтому в ряде случаев сравнительно хорошо известны. Большая часть техногенных катастроф возникает в про-мышленно развитых государствах, в местах сосредоточения про­мышленных производств, особенно химической ориентации. Та­кие места чаще всего приурочены к городам. Показательно распре­деление на планете 339 крупнейших инцидентов загрязнения воздуха (1900—1990 гг.), вызванных авариями на химических пред­приятиях, трубопроводах и на транспорте. Лишь более одной трети из них произошли в Азии и в странах Латинской Америки. Больши­нство же аварий отмечалось в странах Западной Европы, США и Канаде. В последнее время ситуация радикально изменилась, так как в результате массовой «миграции» опасных производств в раз­вивающиеся страны, именно там участились аварии.

Сведения о локализации возможных техногенных экологичес­ких катастроф, их зон распространения и последствий во многих случаях очень скудны. Неожиданными, например, были послед­ствия распространения радиоактивного загрязнения почвы всле­дствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Разумеется, неиз­вестны места возможных прорывов дамб и нефтепроводов, которые иногда сопровождаются катастрофическими разливами воды и нефти (например, происшедшим в 1997 г. в Республике Коми).

Для пространственного распределения катастроф типична сильная неоднородность. Например, в 2002 году континенты и стра­ны характеризуются следующими показателями: Африка — число катастроф 51 (погибло 661 человек), Америка — 181 (825), Азия — 261 (8570), Австралия и Океания - 69 (61), Европа — 136 (459).

Информация о времени возникновения катастрофы с серьез­ными последствиями — один из важных факторов снижения риска. К сожалению, получение подобной информации возможно только для некоторых типов природных и техногенных катастроф. Такого рода информация основывается как на сведениях — непосред­ственных признаках наступления того или иного явления, так и на статистической информации о повторяемости явлений. Однако по­строить теорию прогноза катастроф на основе данных статистики пока не удается.

Степень риска опасных явлений может быть оценена с точно­стью до сезона года и детальнее. Это касается, например, возмож­ности возникновения пожаров в Средиземноморской Франции. От 40 до 70 % пожаров возникает там обычно летом (в период засушли­вой погоды и сильных ветров). Редко большие пожары развиваются зимой — в морозную сухую и ветреную погоду. Летом, как показы­вает статистика, большинство пожаров развивается с 11 до 17 ч.

Риск формирования тропических циклонов на Атлантическом побережье Северо-Западной Европы изменяется в течение года. По данным наблюдений за 1959—1969 гг. он наиболее велик для зим­них месяцев (50,6 %). Риск от циклонов меньше в 1,5 раза осенью (32,9 %). Еще реже циклоны поражают прибрежные страны весной (в 14,1 % случаев).'Минимален риск от циклонов летом, но в это время года они особенно неожиданны и опасны.

Статистические данные не позволяют достоверно предсказать момент возникновения катастроф. Так, например, для наводнений на р. Ним во Франции статистически найденный интервал повто­рения катастрофических наводнений был определен в 150—180 лет. Однако за период 1557 по 1858 г. (т. е. за 300 лет) не произошло ни одного наводнения. Напротив, за последующий промежуток време­ни в 130 лет здесь случились три больших наводнения: в 1859, 1868 и в 1988 гг. При этом два из этих наводнений следовали одно за дру­гим через 9 лет.

Таким образом, на риск от опасных явлений существенно влия­ют внезапность, интенсивность, скорость, продолжительность и частота их развития. Например, отчетливо выраженных практиче­ски значимых временных закономерностей развития землетря­сения и извержения вулканов не обнаружено. Нет таких законо­мерностей и в развитии техногенных катастроф (хотя, разумеется, определенные связи их с природными явлениями существуют). Развитие и масштабы экологически опасного природного или тех­ногенного явления нередко зависят от условий природного фона, который может (как, например, сильный ветер во время развития пожара или выброса загрязнений в атмосферу) благоприятствовать или, наоборот, препятствовать распространению явления и, следо­вательно, усиливать или ослаблять его поражающее воздействие.

Формирующиеся при техногенных авариях и катастрофах фак­торы оказывают поражающее воздействие на человека и окружаю­щую среду и довольно разнообразны по своей природе. Это обстоя­тельство обусловливает их поражающий эффект.

Факторы, обусловленные хозяйственной деятельностью. В число таких факторов техногенной опасности, возникающих при авари­ях и катастрофах на взрыво-, пожаро-, радиационно-, химически опасных объектах и различного рода гидротехнических сооружени­ях, входят:

а) температурные, механические факторы и факторы, об-
условленные высоким давлением:

* формирование, распространение и воздействие на объекты окружающей среды волн избыточного давления (ударных волн) при взрывах;
* формирование, распространение и воздействие на объекты окружающей среды тепловой радиации и конвективных тепловых потоков при пожарных и объемных взрывах;
* формирование полей осколков и воздействие разлетающихся осколков на объекты окружающей среды при взрывах;

б) физические факторы:

* образование, распространение и воздействие на человека и другие популяции электромагнитных и акустических полей, обра­зующихся при различных авариях;

в) химические факторы:

* формирование, распространение и воздействие на объекты окружающей среды облаков загрязненного вредными химическими веществами воздуха;

— формирование зон химического загрязнения (заражения) территорий, акваторий и объектов;

г) радиационные факторы:

* образование и воздействие на объекты окружающей среды радиационных полей из зоны аварии на объекте с ядерной технологией;
* формирование, распространение и воздействие на объекты окружающей среды радиоактивных облаков, источником ко­торых является аварийный объект с ядерной технологией;
* формирование зон радиоактивного загрязнения (заражения) территорий, акваторий и объектов;

д) гидродинамические факторы, возникающие при разрушении гидротехнических сооружений напорного фронта (плотин, гидроузлов, запруд) и естественных плотин:

* образование волны прорыва и воздействие этой волны при своем продвижении на объекты окружающей среды;
* затопление территорий и объектов.

Наряду с факторами, обусловленными хозяйственной деятель­ностью следует указать также факторы природного характера.

Опасные факторы природного характера. Возникновение и раз­витие опасных факторов природного характера происходит при различного рода геофизических, гидрологических, метеорологиче­ских и других крупномасштабных явлениях, связанных с измене­ниями в природной среде.

Анализ природных явлений, создающих опасную ситуацию и требующих принятия неотложных мер по защите населения и тер­риторий, показывает, что перечень основных опасных факторов при этих явлениях может включать:

а) при землетрясениях, вызываемых естественными географическими причинами (миграцией и деформацией тектонических
плит, из которых состоит земная кора, вулканическими явлениями), а также обвалами и крупными оползнями:

* гипоцентральные сейсмические волны (продольные и попе­речные);
* поверхностные сейсмические волны;

б) при извержении вулканов, сопровождающихся выделением
большого количества энергии из недр Земли с огненной лавой,
парами воды и газами, с взрывными эффектами:

* лавовые потоки;
* вулканические грязевые потоки;
* распространение вулканических газов;
* вулканические наводнения;
* вулканические взрывы;

в) при наводнениях, обусловленных половодьями, паводками на
реках, ветровым нагоном воды и сопровождающихся затоплением больших территорий, прилегающих к рекам, озерам или водохранилищам, — водные потоки;

г) при селевых потоках (потоках воды с обломками горных пород),
внезапно возникающих в бассейнах горных рек и характеризующихся резким подъемом уровня воды, а также эрозионным разрушительным эффектом, — удар о препятствие, сила которого зависит от объема селевых выносов, скорости и времени движения селевого потока и является мерой опасности этого поражающего фактора;

д) при снежных лавинах в горах, то есть низвержении со склонов
гор под действием силы тяжести снежных масс — высокоскоростное движение и удар снежной лавины о препятствие, сила которого служит мерой опасности лавины;

е) при оползнях в горах, то есть смещении масс горных пород по склонам под действием силы тяжести, причиной которого являются факторы климатического, гидрологического, сейсмо-тектонического, антропогенного характера, — движение большой
массы грунта по склону, сопровождающееся значительной деформацией земной поверхности;

ж) при цунами, то есть огромной силы, большой длины и амплитуды морских приливных волнах, причиной образования которых являются подводные землетрясения (в 90% случаев), подводные извержения вулканов и оползни на морском дне, — ударная сила волны цунами;

з) при ураганах, бурях и смерчах, характеризующихся высокой динамичностью и большой разрушительной силой, — скоростной напор воздушного потока и значительные градиенты давления внутри вихря.

Возникновение и развитие опасных природных факторов, как правило, носит случайный характер. Вместе с тем некоторые из них, уже на имеющемся уровне знаний, поддаются прогнозиро­ванию.

4.3. Риск ЧС. Причины и следствия

Для анализа риска ЧС необходимо определить, по каким видам (типам) риска этот анализ надо проводить. Выше мы уже рассматривали этот вопрос. Однако в случае ЧС возможны и другие классификации рисков, связанные с определенным опытом и спе­цификой деятельности этого ведомства.

В общем случае разработать такую классификацию весьма не­просто по той причине, что природных и техногенных катастроф чрезвычайно много. Поэтому можно пойти по другому пути и пред­ложить более упрощенные варианты такой классификации. Напри­мер, это может выглядеть так.

1. Типы рисков по объектам исследования:
* человек: индивидуальный риск, риск генетический;
* общество: социальный, психологический, нравственный, правовой, политический, демографический, технический, экономический, ресурсный;
* окружающая среда: биологический, экологический, геогра­фический.
1. Типы рисков по видам воздействия:
* химические;
* радиационные;
* биологические;
* пожаровзрывоопасные;
* транспортные (автотранспорт, речной транспорт, морской транспорт, железнодорожный транспорт, авиационный транспорт, продуктопроводный транспорт);
* стихийные бедствия и т. п.
1. Типы рисков по виду рассматриваемых параметров ущерба:
* риск поражения человека;
* риск летального случая;
* риск материального ущерба;
* риск ущерба окружающей среде;
* интегральный риск.

4. Для управления рисками целесообразно ввести следую­щие категории рисков:

* индивидуальный риск;
* социальный риск;
* приемлемый риск;

— неприемлемый риск;

* пренебрежимый риск;
* вынужденный риск;

—непрофессиональный

Если вспомнить классификацию рисков, приведенную во вто­рой и третьей частях книги, то нетрудно видеть, что в приведенной схеме появились два отличия:

1. риск связывается с параметрами ущерба, и
2. вводятся дополнительно и определяются несколько рисков ис­ключительно для целей управления.

Введение этих двух блоков не снимает трудностей в практиче­ской работе, потому что весьма сложно достичь соглашения по определениям приемлемого риска, пренебрежимого риска, вынуж­денного риска и т. д. Установить такие критерии в России невоз­можно, так как, в отличие от Запада, в России риски выше, а эко­номические возможности ниже. Поэтому те карты риска, которы­ми снабжены многие западные методические указания по оценке риска, для России совершенно неприемлемы.

Обратимся к статистике и анализу ЧС и связанных с ними рис­ков.

Глобальный риск от природных и техногенных опасных явле­ний, согласно данным ООН за период 1963—1992 гг., характери­зуется следующими данными. Наибольшее количество бедствий, сопровождаемых гибелью 100 чел. и больше, было связано с навод­нениями (202 случая), тропическими штормами (153), эпидемиями (133) и землетрясениями (102) и крупными техногенными ава­риями (96).

Максимальное количество бедствий, каждое из которых сопро­вождается потерей годового ВНГТ в размере 1 % и выше, также приходится на наводнения и тропические штормы (76 и 73 случая, соответственно). На третьем месте — засухи (53 случая), а на чет­вертом (также как и в отношении гибели людей) — бедствия, вы­званные землетрясениями (24 случая).

Несколько иным оказалось глобальное распределение бед­ствий, которые породили гибель населения той или иной страны в количестве 1 % (или больше) от всего населения страны. В этом от­ношении первенствуют засухи (167 случаев), далее следуют навод­нения и тропические штормы (соответственно, 162 и 100 случаев). Риск от такого грозного феномена как землетрясения по-прежнему значительно меньше. С другой стороны, резко возросло количество…

4.4. Социально-экономические последствия ЧС

Как мы уже отмечали, одно из возможных толкований риска включает в равной степени как категории последствий, так и вероятности опасных событий. По соглашению, общепринятому в большинстве стран Европы, Азии и США, индивидуальный риск фатального исхода определяется как вероятность для каждого чело­века быть убитым в течение года в результате воздействия рассмат­риваемой опасной деятельности.

Общественный риск выражается соотношением между числом погибших вследствие некоторой единичной аварии и шансом (ве­роятностью) превышения этого числа. Нужно отметить, что данное определение общественного (социального) риска не является еди­нственным и трансформируется в зависимости от того, какая сфера деятельности человека рассматривается.

Таким образом, подтверждается высказанное положение, со­гласно которому риск может быть определен как некоторый много­мерный вектор, включающий в себя несколько показателей, оце­нивающих категории и вероятности последствий. Именно по этой причине количественно риск может быть представлен как безраз­мерная величина, и как величина ущерба, в том числе в денежном выражении или в числе человеческих жертв. Это и есть социаль­но-экономический аспект риска ЧС.

В качестве примеров индивидуального риска в таблице 5 приве­дены данные для населения США.

Напомним также, что социальный риск связан с субъективным восприятием и зависит от большого ряда факторов, включая психо­логию общества, уровень его образования, распределение грозы риска во времени, его контролируемость, новизну, значимость по­следствий и т. д. В последующих таблицах 6—9 приведены различ­ные сведения, содержащие социально-экономический аспект ЧС.

|  |  |
| --- | --- |
| Источник риска | Значение, 1/год |
| Автомобильный транспорт | 3 • 10"4 |
| Падения | 9 • 10"5 |
| Пожар и ожоги | 4 • 10"5 |
| Утопление | 3 ■ 10~5 |
| Отравление | 2 • 10~5 |
| Огнестрельное оружие | 1 • 10~5 |
| Станочное оборудование | 1 ■ 10"5 |
| Водный транспорт | 9 ■ 10~6 |
| Воздушный транспорт | 9 • Ю-6 |
| Падающие предметы | 6 • 10"6 |
| Электрический ток | 6 • 10~6 |
| Железная дорога | 4 • Ю-6 |
| Молния | 5 ■ 10"7 |
| Все прочие | 4 ■ Ю-5 |
| Общий риск | 6- ю-4 |
| Ядерная энергия (100 реакторов) | 2 ■ 10~10 |

Индивидуальный риск фатального исхода в год, обусловленный различными причинами

Из приведенных данных, представленных в этих таблицах, сле­дует, что социально-экономические последствия ЧС усугубляются, а нанесенный ущерб и количество погибших неуклонно возраста­ют. Это означает и соответствующий рост всех видов рисков.

Следует отметить, что на первом месте по ущербу и жертвам стоят такие природные катастрофы как наводнения. Доля жертв наводнений в общем числе погибших превышает 39%.

Что касается техногенных катастроф, то число жертв в них так­же достаточно велико.

Крупнейшие природные катастрофы XX века (число погибших 50 тыс. чел. и более).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Год | Страна, местоположение | Виды катастроф | Количество погибших (тыс. чел.) |
| 1908 | Италия (Мессина) | землетрясение | 120-150 (42-83) |
| 1911 | Китай (р. Янцзы) | наводнение | 100 |
| 1920 | Китай (Ганьсу) | землетрясение | 180 (200) |
| 1923 | Япония (Токио, Иокогама) | землетрясение | 140 (143) |
| 1930 | Турция | землетрясение | 50 |
| 1931 | Китай (р. Янцзы) | наводнение | 140 |
| 1939 | Чили (Чиллан) | землетрясение | 50 |
| 1948 | Туркмения (Ашхабад) | землетрясение | 110 |
| 1959-1961 | Китай | засуха | 30 000 [[4]](#footnote-4) |
| 1962 | Бангладеш | Наводнение, циклон | 50 |
| 1963 | Бангладеш | Наводнение, циклон | 50 |
| 1964 | Индия (Калькутта) | наводнение | 50-70 |
| 1970 | Бангладеш | Наводнение, циклон | 300 (265-500) |
| 1970 | Перу, Уругвай | землетрясение | 67 (66-700) |
| 1976 | Китай (Таньшань) | землетрясение | 242 (до 700) |
| 1990 | Иран | землетрясение | 50 (40) |
| 1991 | Бангладеш | Наводнение, циклон | 139 |

Наиболее крупные катастрофы по причиненному ими материальному ущербу (1 млрд. долл. США и более) за период 1976—1995 гг.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Страна, местоположение | Вид катастрофы | Число жертв | Ущерб (млрд. долл. США) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1976 | Гватемала | землетрясение | 22778 | 1Д |
| 1976 | Италия | землетрясение | 978 | 3,6 |
| 1976 | Китай | землетрясение | 242000 | 5,6 |
| 1979 | Югославия | землетрясение | 131 | 2,7 |
| 1979 | Карибы, США | ураган | 1400 | 2,0 |
| 1980 | Алжир | землетрясение | 2590 | 3,0 |
| 1980 | Италия | землетрясение | 3114 | 10,0 |
| 1984 | Канада(запад, районы страны) | засуха | — | 2,5(1,0) |
| 1985 | Чили | землетрясение | 200 | 1,2 |
| 1985 | Мексика (Мехико) | землетрясение | 7000 (10000) | 4,0 |
| 1985 | СССР(Украина, Чернобыль) | взрыв | 30(др. источ­ник — несколько тысяч чел.) | 30,0 |
| 1986 | Сальвадор | землетрясение | 1000 | 1,5 |
| 1986 | Иран | наводнение | 500 (424) | 1,5 (1,54) |
| 1987 | Бангладеш | наводнение | 1600 | 1,6(1,3) |
| 1988 | США | засуха | — | 9,0 |
| 1988 | США (Ямайка) | ураган Джильберт | 1000 | 11,0 |
| 1988 | Армения (Спитак) | землетрясение | 25 000 (до 50 тыс.) | 11,0 |
| 1988 | Бангладеш | муссон, наводнение | 2000 | 1,0 |
| 1989 | Италия | засуха | — | 1,5 |
| 1989 | США (Аляска) | авария танкера | — | 7,0 |
| 1989 | США (Калифорния) | землетрясение | 61 | 7,0 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1989 | Венгрия | засуха | — | 2,0 |
| 1989 | США (Карибы) | ураган Хуго | 100 | 9,0 |
| 1989 | Италия | разлив нефти в горах | — | 1,3 |
| 1990 | Зап. Европа | штормы | 140 | 1,5 |
| 1991 | Бангладеш | циклон, наводнение | 139 000 | 1,4 |
| 1991 | Ирак, Кувейт | война, разливы нефти, пожары | Нет данных | 500,0 |
| 1991 | США (Калифорния) | лесные кустарнико­вые пожары | — | 25,0 |
| 1992 | США (Флорида) | ураган Эндрюс | 34 | 16,0 |
| 1992 | Пакистан | наводнение | 3000 | 1,0 |
| 1993 | США (Средний Запад) | наводнение | 50 | 20,0 |
| 1993 | Индия, Непал, Бангладеш | наводнение | 3000 | 12,6 |
| 1994 | США(Нофридж) | землетрясение | 56 | 17,0 |
| 1994 | Китай | циклон, наводнение | 1260 | 7,0 |
| 1995 | Япония (Кобе) | землетрясение | 5000 | 100,0 |

Продолжение табл. 7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Регион | Число погибших 100 чел.иболее | Ущерб более 1% валового нац.продукта | Пострадавши е не менее 1% населения | Общее | % |
| Азия | 378 | 51 | 138 | 567 | 37,1 |
| Европа | 44 | 8 | 8 | 60 | 3,9 |
| Африка | 113 | 60 | 181 | 354 | 23,1 |
| Центр. Америка и Карибы | 32 | 59 | 65 | 156 | 10.2 |
| Северная Америка | 41 | 2 | 0 | 43 | 28,0 |
| Южная Америка | 77 | 31 | 51 | 159 | 10,4 |
| Австралия и Океания | 101 | 30 | 60 | 191 | 12,5 |
|  |  |  |  | 1530 | 100% |

Таблица 8

Число значительных бедствий по континентам за период 1963—1992 гг.

Среди природных катастроф лидирует Азия. Среди антропоген­ных и экологических катастроф лидируют Америка и Европа. Кон­тинентальные последствия имела Чернобольская авария. Сотни тысяч людей были облучены йодом-131. У нескольких тысяч детей был превышен аварийный норматив в 30 бэр.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид катастрофы | Убито | Ранено | Пострадало | Бездомные |
| Засухи и голод | 73606 | — | 58973495 | 22720 |
| Наводнения | 12067 | 10725 | 42584343 | 2870831 |
| Ветровые штормы | 28534 | 7468 | 9431063 | 989544 |
| Оползни | 1563 | 235 | 130986 | 106824 |
| Вулканические изверже­ния | 1009 | 278 | 92306 | 10664 |
| Землетрясения | 22956 | 36003 | 1764831 | 224006 |
| Техногенные катастро­фы | 580 | 5402 | 52704 | 8372 |
| Общее | 140315 | 54111 | 113029728 | 4232901 |

Среднее число людей, пострадавших ежегодно в 1968—1992 гг. от природных и техногенных катастроф (по данным Международной организации Красного Креста и полумесяца)

В таблице 9 отражены данные по значительному количеству при­родных и техногенных катастроф.

В странах Азии, Африки и Америки зарегистрировано 60, 52 и 51 природное и техногенное событие с материальным ущербом в каждом случае превышающем 1 млрд. долларов. Этот результат свидетельствует о настоятельной необходимости разработки тео­рии рисков и теории прогноза антропогенных и природных ка­тастроф.

Особенно важно выявление временной динамики всех видов катастроф и связанных с ними рисков. Этот вопрос исследован го­раздо в меньшей степени, чем пространственное и временное рас­пределение ЧС. Поэтому одним из «ключей» к пониманию раз­вития и даже прогнозу катастроф всех типов представляет собой выявление их ритмической составляющей. Несомненно, что, пре­жде всего, необходимо выявлять кратковременные составляющие в ритмике событий.

-----------------------------------------------------------------------

4.8. Прогнозирование природных и техногенных катастроф

С развитием цивилизации все более актуальной стано­вится проблема прогнозирования масштабности ожидаемых при­родных и техногенных катастроф. В первую очередь речь идет о возникновении и распространении опасных природных и техно­генных явлений, приводящих к гибели живых существ и причиня­ющих человеку серьезный экономический ущерб.

В настоящее время достаточно развиты различные варианты те­ории катастроф, анализ и оценка рисков. Однако их применение на практике наталкивается на серьезные трудности. Одной из причин такого положения дел является острая нехватка данных. Для устра­нения этого фактора требуется привлечение самой разнообразной аппаратуры, причем очень дорогостоящей, а также спутникового мониторинга.

Решением возникающих здесь проблем занимается экоинформатика, которая обеспечивает совмещение аналитически простых, полуэмпирических и сложных нелинейных моделей экосистем с обновляемыми глобальными базами данных. Многие международ­ные и национальные программы изучения окружающей среды, имея определенную проблемную и пространственную ориентацию, в последнее время повысили уровень тематической координации, чтобы достичь необходимого уровня эффективности. Примером та­кой координации являются программы Global Carbon Project (GCP) и Earth Observing System (EOS), в рамках которых сосредоточены наиболее эффективные информационные и технические средства оценки и прогнозирования динамических характеристик сложных систем, таких как система природа—общество (СПО).

По мнению ряда ведущих специалистов в области прогноза при­родных катастроф для развития конструктивных методов прогно­зирования требуется решение ряда крупных проблем. К ним отно­сятся:

1. Адаптация методов экоинформатики применительно к проблеме диагностики и прогнозирования природных катастроф во всем их многообразии и масштабности.

2. Формирование статистических характеристик природных катастроф в их историческом аспекте, выделяя категории и определяя пространственные и временные масштабы катастрофических изменений среды обитания живых существ.

1. См. напр.: Хоффман Б. Терроризм - взгляд изнутри / Пер. с англ. М., 2000; Современный терроризм: состояние и перспективы. М, 2000. [↑](#footnote-ref-1)
2. По данным западных экспертов. Скобки в последнем столбце таблиц 6—7 означают альтернативные данные.

Отсюда также можно сделать вывод о том, что техногенные ка­тастрофы по масштабам потерь не уступают природным. Это, пре­жде всего, относится к засухам и наводнениям. Несомненно, что особо значительны материальные и человеческие потери от эколо­гических и антропогенных последствий военных действий. В ре­зультате непрекращающейся войны в Афганистане произошло мас­штабное опустынивание ландшафтов страны. Фантастичны потери в Иране, Кувейте и Ираке. [↑](#footnote-ref-2)
3. См. напр.: Хоффман Б. Терроризм - взгляд изнутри / Пер. с англ. М., 2000; Современный терроризм: состояние и перспективы. М, 2000. [↑](#footnote-ref-3)
4. По данным западных экспертов. Скобки в последнем столбце таблиц 6—7 означают альтернативные данные.

Отсюда также можно сделать вывод о том, что техногенные ка­тастрофы по масштабам потерь не уступают природным. Это, пре­жде всего, относится к засухам и наводнениям. Несомненно, что особо значительны материальные и человеческие потери от эколо­гических и антропогенных последствий военных действий. В ре­зультате непрекращающейся войны в Афганистане произошло мас­штабное опустынивание ландшафтов страны. Фантастичны потери в Иране, Кувейте и Ираке. [↑](#footnote-ref-4)