

## ГЕОЛОГИЯ

УДК 550.34.01

П. А. Ваганов

МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ  
ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ<sup>1</sup>

В конце XX в. стало ясно, что количество и масштабы стихийных бедствий на Земле возрастают. С 1990 по 1999 г. ежегодное число катастроф в России приблизилось к 300, в то время как в течение предыдущего десятилетия оно не превышало 130 [1]. Полный ежегодный экономический ущерб от природных катастрофических явлений и процессов составляет сейчас, по разным оценкам, от 30 до 70 млрд долл. До 1987 г. в мире не было ни одной природной катастрофы, ущерб от которой, выраженный суммой страховых выплат, превысил бы 1 млрд долл. С тех пор произошло более 30 таких катастроф, а два события в США привели к потерям страховых компаний, превысившим 10 млрд долл., — это ураган Эндрю в 1992 г. и землетрясение в 1994 г. в Нортридже [2]. В Европе в течение последних лет также имели место катастрофы, вызвавшие колоссальные убытки. В декабре 1999 г. ураганы Лотар и Мартин, обрушившиеся на Францию, Германию и Швейцарию, причинили экономический ущерб в размере около 14 млрд евро [3]. Летом 2002 г. наводнения в Германии, Чехии и Австрии привели к потерям, превысившим 10 млрд евро.

Для России, как и для мира в целом, характерна тенденция роста количества стихийных бедствий и обусловленных ими потерь. С особой силой она проявилась в последние годы. В 2001 г. катастрофические затопные наводнения прошли в бассейне р. Лена, они затронули территорию Иркутской обл. и Республики Саха (Якутия) и вызвали ущерб около 7 млрд руб. В зоне затопления только Ленска оказались около 40 тыс. человек, погибли 10 человек [4]. В 2002 г. произошли три катастрофических наводнения на территории Южного Федерального округа, погибло около 200 человек, пострадало до 200 тыс. человек, материальный ущерб составил 21 млрд руб. [5].

Традиционный подход к снижению опасности стихийных бедствий состоит в осуществлении комплекса мер по ликвидации последствий катастрофических событий, таких как проведение спасательных работ, оказание помощи пострадавшим, организация материально-технического снабжения, восстановление разрушенных объектов и

<sup>1</sup> Работа была представлена в рамках конкурса индивидуальных проектов Программы по глобальной безопасности и устойчивому развитию и выполнена при финансовой поддержке Фонда Джона Д. и Кэтрин Т. Макартуров.

© П. А. Ваганов, 2003

т.д. [6]. Однако постоянный рост числа природных катастроф и связанного с ними ущерба делает эти меры все менее эффективными, более актуальным становится переход к новой стратегии, нацеленной на прогнозирование и предупреждение стихийных бедствий.

Несмотря на привлечение значительных сил и средств, прогнозирование природных катастроф далеко не всегда достигает успеха. Так, в 2001 г. Агентство по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций МЧС Российской Федерации опубликовало прогноз наводнений на 2002 год, в котором было перечислено несколько регионов России, но в этот список не попал Южный Федеральный округ [4]. Однако, как известно, именно на его территории весной и летом 2002 г. имели место катастрофические наводнения, затронувшие Краснодарский и Ставропольский края и все республики Северного Кавказа.

Всемирная конференция по борьбе с природными катастрофами, состоявшаяся в 1994 г. в Иокогаме, приняла декларацию, в которой говорится, что борьба за уменьшение ущерба от стихийных бедствий должна быть неотъемлемым элементом государственной стратегии всех стран на пути к устойчивому развитию и более безопасному миру. Ее участники обратились ко всем странам с призывом перейти на новую стратегию, основанную на прогнозировании природных катастроф, повышении готовности к ним и принятии мер по снижению вызываемого ущерба. Итоговый документ этой конференции подчеркивает, что лучше предупредить стихийное бедствие, чем устранять его последствия [7].

Основой новой стратегии должно стать научное прогнозирование возможных катастроф, одним из компонентов которого являются использование и развитие методов моделирования. Эти методы позволяют анализировать степень подверженности стран, регионов и отдельных территорий различным природным опасностям, оценивать вероятности катастроф разных масштабов, рассматривать возможные варианты их последствий и наносимого ущерба. Использование методов моделирования стихийных бедствий должно снизить уровень неопределенности в оценивании катастрофических рисков и способствовать развитию взаимопонимания между продавцами и покупателями инструментов передачи и распределения таких рисков на рынке страховых услуг.

В связи со страхованием рисков природных катастроф необходимо отметить следующее. Страховые выплаты за вред, причиненный стихийными бедствиями, значительно меньше реальных экономических потерь. По данным крупнейшей перестраховочной компании «Munich Re», суммарный ущерб от таких бедствий, имевших место на Земле в 2001 г., составил 36 млрд долл., из которых лишь 11,5 млрд долл. пришлось на потери страхового бизнеса. Другая перестраховочная компания — «Swiss Re» — полагает, что доля страхового покрытия полного экономического ущерба в этом году была еще меньше — 9 млрд долл. [4].

В США страховое покрытие составляет примерно 20% полного ущерба, вызванного природными катастрофами, остальные потери возмещаются федеральной властью из средств фондов, предусматривающих расходы на чрезвычайные ситуации. При этом государство берет в долг «само у себя», что является существенным фактором постоянного роста национального долга США. Основной причиной низкого объема страховых выплат за вред, причиненный стихийными бедствиями, считается весьма ограниченная роль добровольного страхования [8].

В России, по сравнению с другими странами, существенно меньше сумма выплат, производимых страховыми компаниями в порядке компенсации потерь, вызванных стихийными бедствиями. Так, установлено, что из ущерба в 21 млрд руб., причиненного

катастрофическими наводнениями на юге России в 2002 г., сумма выплат страховщиков составит не более 2 или 3% от полных потерь. Это иллюстрируется величинами выплат крупнейшими страховщиками на юге России, которыми являются компании системы «Росгосстрах». Ожидаемая сумма выплат ими по страхованию имущества физических и юридических лиц варьирует от 1,6 млн руб. в Кабардино-Балкарии до 16 млн руб. в Краснодарском крае [9]. Основная причина сложившейся ситуации состоит в том, что в России отсутствует специальное законодательство в области страхования от природных катастроф.

Страхование выступает действенным экономическим механизмом компенсации ущерба от стихийных бедствий. Сделать природный риск нулевым невозможно, но с помощью страхования можно свести к минимуму другие риски, прежде всего финансовый и инвестиционный, путем перевода неплановых по размеру и сроку расходов по покрытию убытков в разряд плановых и вполне приемлемых по величине страховых платежей [10].

Необходимость страхования природных рисков с целью защиты имущественных интересов государства, организаций и граждан рассматривалась на проходившей в октябре 2000 г. в Уфе Международной конференции «Правовые проблемы возмещения экологического вреда». В принятой резолюции подчеркивалось, что следует добиваться принятия Федерального закона «Об экологическом страховании», в котором предусматривалось бы страхование имущества (в том числе природных объектов) от рисков природного (естественного) характера.

Важное значение имеет обсуждаемый сейчас проект Концепции развития страхования в России, в котором сформулированы основные направления развития страхования в Российской Федерации на 2002–2006 гг. Они предусматривают развитие обязательных и добровольных видов страхования и повышение капитализации страхового рынка. В целях увеличения емкости национального страхового рынка должны быть разработаны меры по стимулированию развития механизмов сострахования и перестрахования. Большинство страховщиков не располагает значительными финансовыми средствами и не может брать на себя крупные риски, однако, передавая часть рисков перестраховщику, они могут гарантировать выполнение своих обязательств перед клиентами. Значительным шагом на этом пути явилось бы создание федеральной перестраховочной системы. Последняя должна содержать состраховочные (перестраховочные) пулы, обслуживающие высокорисковые виды страхования, к числу которых относятся и риски природных катастроф [11]. Деятельность таких пулов должна опираться на естественно-научную базу, включающую модели природных чрезвычайных ситуаций.

Модель природных катастроф должна представлять собой совокупность баз данных и компьютерных программ, предназначенных для выявления степени влияния развивающейся по определенному сценарию катастрофы на объекты, расположенные на подверженных природным опасностям участках земной поверхности. Такое моделирование имеет вполне определенную практическую направленность, которая состоит в обосновании размера страхуемого ущерба в пределах данной территории. На рисунке приведена функциональная блок-схема модели рисков природных катастроф. Рассмотрим состав и назначение каждого из блоков предлагаемой модели. Одни блоки не нуждаются в подробном описании, другие, по нашему мнению, заслуживают детальной характеристики.

**Блок статистических баз данных.** Статистические базы данных должны содержать сведения по всем видам стихийных бедствий в национальном и региональном масштабах, по интенсивности, повторяемости и длительности проявления катастроф,



Схема модели рисков природных катастроф.

имевших место в прошлом. В настоящее время статистике природных бедствий уделяется большое внимание. Так, Центром исследования катастроф в Брюсселе собрана информация о природных катастрофах в различных частях мира за 35 лет (с 1965 по 1999 г.). В базу данных включались только крупные катастрофы, в которых погибли не менее 10 человек. Таких событий зарегистрировано 6385. Наибольшим распространением в мире, по данным Центра, характеризуются тропические циклоны (тайфуны), наводнения и землетрясения. Эти виды опасных явлений составляют соответственно 34, 32 и 13% от общего числа [1]. Если учитывать как число жертв, так и полный ущерб, причиняемый обществу, то на первое место надо поставить наводнения [12].

Показательно, что статистикой природных катастроф занимаются специалисты, привлекаемые крупнейшими страховыми компаниями. В 2000 г. эксперты Мюнхенского перестраховочного общества «Munich Re», занимающего лидирующие позиции среди страховых компаний мира и являющегося гарантом рисков в 160 странах, представили обзорный анализ убытков от природных катастроф за прошедшее тысячелетие. Анализ начинался землетрясением в Сирии 21 августа 1042 г., унесшим 50 тыс. жизней, и завершался наводнением в Индии 30 октября 1999 г., от которого погибли более 10 тыс. человек. Оказалось, что за последние тысячу лет произошло примерно 100 тыс. катастроф, при этом не учитывались жертвы катастрофических засух, голода, эпидемий, войн и т. п. [3].

В настоящее время в глобальной сети Интернет создан сайт, представляющий собой базу данных по стихийным бедствиям, происшедшим во всем мире в текущем году. Эта база выполнена в виде постоянно пополняемой таблицы, столбцы которой содержат следующие сведения: порядковый номер природной катастрофы в текущем году, ее

дата, причина, страна, регион, количество жертв и краткая характеристика [13]. Данные по стихийным бедствиям, случившимся в России, приведены в этой базе, мягко говоря, не полностью.

Следует также отметить, что до сих пор нет однозначных статистических данных, по которым можно было бы судить о значимости отдельных видов природных катастроф для России. По данным Института геоэкологии РАН, опубликованным в 2001 г., последовательность природных катастрофических процессов в порядке уменьшения экономического ущерба для России имеет следующий вид: плоскостная и овражная эрозия (около 24% всех потерь), подтопление территорий (14%), наводнения и переработка берегов (по 13%), оползни и обвалы (11%), землетрясения (8%) [1]. Агентство по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций МЧС привело в 2002 г. совершенно иной ряд, характеризующий экономический ущерб от стихийных бедствий в Российской Федерации. Три первых места в этом ряду занимают: наводнения (около 30%); оползни, обвалы и лавины (21%); ураганы, смерчи и другие сильные ветры (14%) [4].

Важнейшая функция статистических баз данных состоит в информационном обеспечении математических моделей развития природных катастроф, это показано стрелкой на схеме, представленной на рисунке.

**Блок математических (детерминистических) моделей.** Математическое моделирование реальной природной катастрофы использует математические формулы, выражающие установленные физикой, гидрологией, метеорологией и другими науками закономерности, и представляет собой численный эксперимент, проводимый на компьютерах. Например, математические модели так называемых штормовых нагонов, которые применяются, в частности, при моделировании наводнений в Санкт-Петербурге, основаны на сложных процессах взаимодействия моря и атмосферы. На границе этих сред происходят преобразования энергии, обусловленные разным характером воздуха и воды, их различной плотностью, особенностями явлений трения, теплопроводности, испарения и конденсации. Несмотря на всю сложность таких процессов, эти модели позволяют рассчитать по простой формуле силу касательного напряжения ветра на поверхности моря  $\tau$ :

$$\tau = C\rho W^2,$$

где  $C$  — некоторый коэффициент, называемый коэффициентом сопротивления водной поверхности воздушному потоку;  $\rho$  — плотность воздуха;  $W$  — скорость ветра [14].

**Блок вероятностных оценок.** Сведения, содержащиеся в статистических базах данных, позволяют прогнозировать природные катастрофы, приписывая этим прогнозам ту или иную вероятность. Так, Геологическая служба США дает прогнозные оценки вероятностей основных типов природных катастроф на территории страны [15]. Они делаются для катастроф разного масштаба, основным критерием которого является количество человеческих жертв. В таблице представлены результаты расчетов вероятностей стихийных бедствий, в которых могут погибнуть 10 (крупная катастрофа) или 1000 человек (исключительно крупная катастрофа), для двух интервалов времени — 1 год и 10 лет. Видно, что вероятности того, что в течение ближайшего года будут иметь место смерчи (торнадо) и наводнения с количеством жертв, равным 10, весьма близки к единице.

В тех случаях, когда рассматриваются исключительно крупные катастрофы, статистические базы данных оказываются недостаточными или отсутствуют вообще, вместо них используется иной подход, чаще всего в виде метода экспертных оценок. Он позво-

**Оценка вероятностей крупных и исключительно крупных природных катастроф на территории США в течение ближайшего года и 10 лет [15]**

| Тип катастроф    | Количество погибших — 10 |                   | Количество погибших — 1000 |                   |
|------------------|--------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
|                  | Прогноз на 1 год         | Прогноз на 10 лет | Прогноз на 1 год           | Прогноз на 10 лет |
| Смерчи (торнадо) | 0,96                     | >0,99             | 0,006                      | 0,06              |
| Наводнения       | 0,86                     | >0,99             | 0,004                      | 0,04              |
| Ураганы          | 0,39                     | 0,99              | 0,06                       | 0,46              |
| Землетрясения    | 0,11                     | 0,67              | 0,01                       | 0,14              |

ляет дать прогноз таких катастрофических событий, которые еще никогда не происходили в этом месте. Например, при проектировании комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга встал вопрос о максимальной высоте, на которую может подняться вода. Катастрофическими считаются наводнения с высотой подъема воды в Неве выше 300 см. Таких катастроф за всю историю города было три, максимальный подъем (421 см) имел место в 1824 г. С помощью метода экспертных оценок были получены вероятности подъема воды до 5 и до 6 м, в расчете на один год они оказались равными соответственно 0,001 и 0,0001. Это означает, что наводнение с подъемом воды в 5 м может случиться один раз в тысячу лет, а с высотой подъема в 6 м — один раз в десять тысяч лет [16].

**Блок характеристик местоположения объектов страхования.** В круг характеристик местоположения объектов страхования входят топографические и гидрографические особенности территории, свойства горных пород и почв, климатические и метеорологические параметры. Особое значение должно придаваться таким характеристикам территории, которые имеют непосредственное отношение к развитию стихийных бедствий: сейсмичность, устойчивость склонов к появлению оползней, наличие карстов, способность почв и грунтов противостоять эрозии при наводнениях и т. д. В число характеристик, рассматриваемых в этом блоке, входят также временные параметры. Так, наводнения на всех континентах происходят во все месяцы года, но больше всего их случается во время таяния снегов — в Северном полушарии это апрель, май и июнь, а меньше всего — в декабре, январе и феврале, когда реки скованы льдом.

**Блок характеристик объектов страхования.** Он содержит информацию о зданиях и сооружениях, расположенных в пределах рассматриваемой территории. Ее составляют данные о назначении отдельных объектов, о времени их постройки и современном состоянии, о типах конструкций и видах строительных материалов. Важны также сведения о численности и составе населения этой территории, о его распределении по объектам страхования.

**Блок сценариев развития катастроф на отдельных территориях.** Он представляет собой совокупности карт и графиков, отражающих, во-первых, состояние тех или иных участков земной поверхности на данный момент времени, во-вторых, сведения о состоянии этих участков в обозримом прошлом и, в-третьих, данные по прогнозу того или иного стихийного бедствия в пределах рассматриваемых участков. Так, Геологическая служба США размещает в глобальной сети Интернет сценарии прогноза наводнений, представленные наборами карт и графиков, каждый из которых имеет собственную функцию. По одному из таких наборов можно судить об уровне воды в реках на всей территории США, на этих картах различными цветами показано состояние рек в настоящее время — используется семь цветов для семи градаций, от очень низкого до рекордно высокого уровня воды.

Набор графиков, представляемых Геологической службой США в Интернете, позволяет проследить динамику поведения воды в любой реке США. Для этого выбирается определенный регион (штат), в пределах которого вызывается график изменения уровня воды в какой-либо его реке за предыдущий интервал времени, протяженность которого может составлять несколько дней или несколько лет. Еще один набор карт отображает реки, вода в которых в настоящее время поднялась выше критического уровня или превысит его с вероятностью не менее 95%. Наконец, существует набор карт, показывающих происходящие в данный момент наводнения, а также реки, на которых наводнение можно считать неизбежным в течение ближайшего времени. Важно подчеркнуть, что большинство карт обновляется несколько раз в сутки [17].

В блоке сценариев катастроф должны иметься программы, предусматривающие пути предотвращения стихийных бедствий, меры по подготовке к ним и варианты снижения вызываемого ущерба с учетом ограничений на материальные ресурсы и время. Эти программы должны быть интерактивными, т.е. использовать постоянно обновляемые материалы, представленные на вышеописанных картах и графиках.

Еще одна функция блока сценариев развития катастроф состоит в том, что он должен учитывать связь природных катастроф с антропогенными факторами. За последние десятилетия существенно возрос антропогенный прессинг на среду обитания, что неизбежно вызывает активизацию техногенно-природных процессов. Все чаще возникают такие стихийные бедствия, для которых тот или иной технологический процесс играет роль «спускового крючка» (например, заполнение водой искусственного водохранилища может вызвать усиление сейсмической активности или образование оползня с последующим наводнением). Эта уже сформировавшаяся тенденция будет усиливаться в XXI в., и она, следовательно, должна стать неотъемлемым компонентом всех прогнозных построений [1].

**Блок нормативных документов.** Он должен содержать нормативные акты, регулирующие страхование потерь, вызываемых стихийными бедствиями. Эти документы должны управлять двумя блоками модели природных рисков — матрицей оценок рисков для объектов страхования и блоком оценок страхуемого ущерба (см. рисунок). Чтобы пояснить влияние нормативных актов на структуру матрицы оценок рисков, стоит проследить за формированием системы мер по защите от наводнений в США, поскольку в него существенный вклад был внесен американскими геологами.

С 1968 г. в США существует утвержденная Конгрессом Национальная программа страхования рисков от наводнений (National Flood Insurance Program — NFIP), финансируемая образованным в том же году Национальным фондом страхования от наводнений (National Flood Insurance Fund) [18]. Программа NFIP предусматривала взаимодействие федеральных ведомств и частного страхового бизнеса. Однако оно не было успешным. Выяснилось, что основным препятствием на пути вовлечения частных компаний в процесс принятия страховых мер по защите от наводнений была неспособность этих компаний к адекватной идентификации в масштабах всей страны территорий, уязвимых к данному виду стихийных бедствий, и к эффективному оцениванию соответствующих рисков. Чтобы снизить роль такого препятствия, в 1973 г. был принят закон о защите от катастрофических наводнений (Flood Disaster Protection Act). Согласно этому закону, на программу NFIP возлагалась ответственность по выявлению всех общин, на территории которых есть участки с потенциальной угрозой сильных наводнений. Это привело к тому, что было выявлено более 21 тысячи таких общин.

В соответствии с законом 1973 г. были введены требования об обязательном страховании от наводнений (в США до сих пор для страхования от землетрясений и наводнений необходимо приобретение специальных полисов), которые, однако, не были жесткими. Был установлен своеобразный критерий риска катастрофических наводнений, названный стандартом «навод-

нения века» (100-year flood). Он означал вероятность такого интенсивного наводнения, которое в данной местности могло происходить не чаще, чем один раз в 100 лет. Применительно же к одному, наудачу взятому году, эта вероятность равняется соответственно 1%. Но оказалось, что такой критерий работает не лучшим образом — вероятность в 1% воспринимается обитателями речных долин как достаточно малая величина, создающая чувство безопасности, которое, как показывает жизнь, оказывается в значительной мере ложным.

С 1983 г. резко возросла роль частных страховых компаний в осуществлении программы NFIP. Это было связано с принятием дополнительной программы WYO, разрешившей частным компаниям разрабатывать и проводить собственную стратегию страхования от наводнений (WYO Program означает Write Your Own Program, т. е. «Пишите свою собственную программу»). В соответствии с этой программой частные компании продают страховые полисы с гарантией Федерального правительства, удерживая долю страховой премии (32%) для своих пужд. В настоящее время в США насчитывается около 170 таких компаний, через них расходуется 92% полисов программы NFIP, остальные 8% распространяются страховыми агентами, контактирующими напрямую с Федеральным правительством [18].

В 1994 г. в США был принят новый закон, реформировавший Национальную программу страхования от наводнений (National Flood Insurance Reform Act). Он ужесточил требования обязательности страхования, введенные в 1973 г. Механизм обязательного страхования действует через банки, выдающие кредиты на строительство и ремонт домов. Кредитор должен установить, находится ли данный дом в зоне высокого риска наводнений, и если это имеет место, то потребовать от клиента приобретения соответствующего полиса, который действует в течение всего срока займа.

Закон 1994 г. стимулировал создание программы предоставления грантов тем муниципалитетам и штатам, территории которых в особой степени подвержены риску наводнений. Источником этих грантов стал учрежденный Национальный фонд снижения ущерба от наводнений (National Flood Mitigation Fund). Помимо федеральных субсидий, средства данного фонда образуются за счет штрафов, налагаемых на тех кредиторов, которые не требуют от своих клиентов обязательного страхования от наводнений.

Результатом мер, предусмотренных законом 1994 г., явилось существенное повышение застрахованных от наводнения доли домов, расположенных в зонах высокого риска. К 1997 г. она составила 27% — из 10 млн домовладельцев, проживающих в опасных зонах, 2,7 млн приобрели страховые специализированные полисы. К этому же времени около 1 млн таких полисов было продано владельцам домов, расположенных вне опасных зон. Вместе с тем, как показали исследования социологов, побудительным мотивом для приобретения страхового полиса остается не столько осознание риска, сколько намерение выполнить требования закона [19].

**Матрица оценок рисков для объектов страхования.** Под матрицей оценок рисков для объектов страхования следует понимать многомерные таблицы, содержащие сведения по основным компонентам риска — вероятности стихийного бедствия и величины (магнитуды) нанесенного им ущерба. Многомерность таблиц определяется тем, что, помимо этих компонентов риска, необходимы данные по распределению катастроф данного типа во времени и пространстве.

Распределение природных катастроф во времени характеризуется графиками, рассмотренными выше при описании блока сценариев развития катастроф. В случае речных наводнений такие графики, размещаемые Геологической службой США в Интернете, позволяют проследить за изменением уровня воды в любой реке США в прошлом.

Пространственная информация представляет собой карты уязвимости территорий по отношению к определенным стихийным бедствиям. После принятия рассмотренного выше закона 1994 г. была начата разработка карт уязвимости всей территории США, на которых выделяются зоны, соответствующие различным значениям вероятности возникновения наводнений. В создании этих карт участвовало (и участвуют сей-

час) несколько федеральных ведомств: Агентство по чрезвычайным ситуациям (Federal Emergency Management Agency — FEMA), Геологическая служба (United States Geological Service — USGS), Национальная служба погоды (National Weather Service). Такие карты размещены в Интернете, представленные на них зоны разделены на несколько категорий. Особо опасные зоны обозначены буквами V и A, они охватывают территории, для которых вероятность серьезного наводнения (затопления) составляет 1% в год. К зонам A относятся участки вблизи озер и рек, к зонам V — территории на океанских побережьях, где возможно влияние сильных волн. Для зон A и V установлена наибольшая плата за страховые полисы, покупка которых является обязательной. Зоны X объединяют территории с минимальным риском наводнений, здесь страхование является добровольным, а стоимость страхового полиса в несколько раз ниже, чем в зонах A и V.

Помимо карт уязвимости, вышеуказанные ведомства США разрабатывают и размещают в сети Интернет карты ущерба от наводнений. Они содержат информацию по следующим признакам наводнений: количество событий в каждом графстве, число погибших, число раненых и ставших инвалидами, имущественный ущерб в долларах. За десять лет, с 1986 по 1995 г., в массиве картируемых признаков, охватывающем 48 штатов, были накоплены сведения по 16 785 наводнениям. Сочетание этого массива с картами уязвимости можно рассматривать в качестве примера матрицы оценок рисков от наводнений.

Впечатляющим примером, иллюстрирующим достижения в области картирования природных рисков, является создание швейцарской компанией по перестрахованию «Swiss Re» специального электронного атласа, размещенного в сети Интернет. Эта компания — один из мировых лидеров в области перестрахования. Поскольку компании по перестрахованию работают с такими рисками, которые не под силу прямым страховщикам природных катастроф, они обязаны постоянно совершенствовать методы оценки природных рисков и управления ими. Развивая применение электронных технологий географических информационных систем (ГИС), компания «Swiss Re» создала собственную сервисную сеть Catastrophe Network (CatNet), по которой распространяется информация для прямых страховщиков и других пользователей. Объем сети очень велик, ею охвачено около 500 тыс. географических точек, и по каждой из них даются оценки рисков стихийных бедствий. Это и есть электронный атлас природных рисков, его появление в 2000 г. особенно актуально в современную эпоху глобализации, которой интенсивно подвергается и страховой бизнес. Атлас не является мировым, он содержит детальную информацию лишь для стран с широко развитым страховым рынком: США, Великобритания, Германия, Франция, Нидерланды, Бельгия, Израиль, Япония, Канада и Мексика. По мере развития страховых рынков других стран и вовлечения их рынков в процесс глобализации планируется постепенное расширение круга стран.

Работа по электронному картированию природных рисков на территории России находится на начальной стадии. Учитывая исключительно большие размеры территории, для Российской Федерации необходима разработка региональных карт природных и техногенно-природных рисков.

Особое место в матрице оценок риска должно принадлежать учету неопределенностей в оценке главных компонентов риска — вероятности той или иной катастрофы  $P$  и величине (магнитуде) связанного с ней ущерба  $Q$ . Двумерное определение риска  $R$ , согласно которому  $R = PQ$ , получило сейчас всеобщее признание [20]. Чтобы учесть возможные погрешности в значениях  $P$  и  $Q$ , в выражение для  $R$  вводится положи-

тельный фактор неопределенности  $\lambda > 0$ , тогда скорректированная формула риска принимает следующий вид [20]:

$$R = PQ(1 + \lambda).$$

**Блок оценок страхуемого ущерба.** Назначение этого блока заключается в выработке и выдаче возможно более точных оценок убытков, которые могут понести субъекты страхования природных рисков (страхователи и страховщики), с учетом особенностей статуса потерпевших лиц (юридических и физических). Возможные страховые потери охватывают убытки, связанные с возмещением вреда, который включает вред, причиненный здоровью или связанный со смертью физических лиц, гибель или повреждение имущества физических и юридических лиц, моральный вред, а также упущенная выгода (в соответствии с принципом полного возмещения убытков).

При оценивании убытков от природных катастроф следует учитывать, что полный ущерб может быть комбинированным и/или включать в себя так называемые коррелированные риски [21]. Комбинированный ущерб возникает, когда на одной и той же территории происходит несколько стихийных бедствий, непосредственно связанных друг с другом. Известно, например, что землетрясение может вызвать появление оползней, а ураган — наводнение, при этом начальное и следующее за ним событие происходят практически одновременно.

Коррелированные риски характеризуют возможность множественных страховых потерь, которые могут осуществиться одновременно вследствие какого-либо одного стихийного бедствия. При природных катастрофах высокая коррелированность рисков проявляется всегда, поскольку одно событие может привести, например, к разрушению и повреждению многих строений и сооружений даже в пределах весьма ограниченной территории. Коррелированность рисков, разумеется, должна сказываться на стоимости страховых полисов.

Формируемые в блоке оценок страхуемого ущерба количественные величины необходимы для практической деятельности страховых компаний. Например, страховые компании США используют параметр, называемый максимумом вероятных потерь (Probable Maximum Loss — PML). Он получил широкое распространение при прогнозе потерь от землетрясений и ураганов, его применяют для соотнесения с финансовыми возможностями данной компании. Компания рассчитывает величину параметра PML для совокупного ущерба, который может быть нанесен единичным стихийным бедствием в данном регионе и страховые суммы по которому могут быть покрыты компанией [21].

Существенным фактором роста доли страховых выплат за ущерб, вызываемый природными катастрофами, является расширение сферы добровольного страхования. Чтобы увеличить эту долю, Национальный Комитет США по страхованию собственности (National Committee on Property Insurance — NCPI) разработал ряд мер, среди которых первоочередной признана просветительская и информационная работа среди населения [22]. Психолого-социологические исследования показали, что люди отнюдь не всегда адекватным образом воспринимают риски вообще и риски стихийных бедствий в частности. Как отмечалось выше, не воспринимается должным образом критерий риска, по которому территорию надо считать опасной, если вероятность наводнения с катастрофическими последствиями, отнесенная к одному году, равна 1%. Такое событие случается раз в 100 лет, и большинство людей полагает, что «в течение их века все обойдется».

Предложенная модель рисков природных катастроф может найти применение при решении целого ряда задач. Перечислим лишь некоторые из них:

1) совершенствование планирования мероприятий по предотвращению природных катастроф и смягчению их последствий (например, таких как заблаговременная подготовка эвакуации населения из пострадавших районов);

2) совершенствование законодательства, регулирующего страхование потерь, вызываемых стихийными бедствиями;

3) развитие страхового рынка на основе формирования устойчивых рыночных отношений, ориентированное прежде всего на сокращение расходов государства на ликвидацию убытков от природных катастроф;

4) повышение капитализации страхового рынка с целью увеличения его емкости путем стимулирования инвестиций и развития механизмов сострахования и перестрахования рисков стихийных бедствий с катастрофическими последствиями;

5) использование нового поколения инструментов трансфертов риска, которыми, в частности, выступают облигации катастроф и целевой условный кредит. В разработке таких инструментов принимает участие специальная структура Всемирного банка — Управление чрезвычайными ситуациями (Disaster Management Facility);

6) проведение расчетов по страхованию природных рисков в связи с возможным изменением в будущем глобального и регионального состояния окружающей среды в связи с изменениями климата, водных режимов территорий трансграничным загрязнением и т. д.

## Summary

*Vaganov P. A. Modelling of the risks of natural catastrophes.*

The necessity of a new strategy concerning prevention or mitigation of natural disasters has been demonstrated. The new strategy should be based on scientific forecasting, one of important components of it is development and use of the methods of modelling of catastrophes. These methods would allow to identify the degree of vulnerability of different countries and regions to various natural disasters, to assess probabilities of catastrophes of different scales, to analyze their possible consequences and losses. The model of natural catastrophes is proposed, it is aimed to develop the role of insurance against natural disasters.

## Литература

1. Осипов В. И. Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестн. РАН. 2001. Т. 71, № 4.
2. Major Insured Losses — US\$ 1 Billion and Above // <http://www.btirnet.com/~mike.ferris/largest.htm>.
3. Интервью с Х. В. фон Штокхаузенем, членом Правления Мюнхенского перестраховочного общества // Финансы. 2000. № 2.
4. МЧС России. Агентство по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций (ВНИИ ГОЧС) // <http://www.ampe.ru/progn/2002/>.
5. МЧС России. Долгосрочный прогноз на 2003 год // <http://medinfo.ru/help/911/1.phtml>.
6. Шойгу С. К., Воробьев Ю. Л., Владимиров В. А. Катастрофы и государство. М., 1997.
7. Yokogama Strategy and Plan of Action for a Safer World. Guidelines for Natural Disasters Prevention, Preparedness and Mitigation. World Conference on Natural Disaster Reduction. Yokogama, Japan, May 1994. United Nations. New York; Geneva, 1995.
8. Natural Disasters — Forecasting Hurricane Occurrence, Economic and Life Losses // <http://coastal.er.usgs.gov/hurricane/forecast/>.
9. Рудых И., Решетин Е. Недострахованные // Эксперт. 2002. № 33 (340) // <http://www.expert.ru/expert/rartings/insurance/02-03-40/text.htm>.
10. Елохин А. Н. Страхование природных рисков (современное состояние и перспективы) // Оценка и управление природными рисками. Материалы Общеросс. конференции «Риск-2000» / Под ред. А. Л. Рагозина. М., 2000.
11. Всероссийский союз страховщиков. Концепция развития страхования в Российской Федерации // <http://www.ins->

union.ru/concept.htm. **12.** Авакян А. Б., Истомина М. Н. Наводнения конца XX века // Природа. 2001. № 10. **13.** *Some Individual Disasters and Catastrophes Occurring During 2002* // <http://www.btirnet.com/~mike.ferris/12002eventsa.htm>. **14.** Пясковский Р. В., Померанец К. С. Наводнения. Математическая теория и предсказания. Л., 1982. **15.** USGS: Natural Disasters Forecasting // <http://marine.usgs.gov/fact-sheets/nat-disasters/>. **16.** Померанец К. С. Наводнения в Петербурге (1703–1997 гг.) СПб., 1998. **17.** USGS: Provide short-term prediction of geologic disasters and rapidly characterize their effects // <http://pubs.usgs.gov/circular/c1172/goal2.html>. **18.** Pasterick E. T. The national flood insurance program // Paying the price: the status and role of insurance against natural disasters in the United States / Eds. H. Kunreuther, R. J. Roth. Washington, D.C., 1998. **19.** Palm R. Demand for disaster insurance: Residual coverage // Ibid. **20.** Kunreuther H. A program for reducing disaster losses through insurance // Ibid. **21.** Kunreuther H. Insurability conditions and the supply of coverage // Ibid. **22.** Petak W. Mitigation and insurance // Ibid.

Статья поступила в редакцию 4 ноября 2003 г.