

## **ПРОБЛЕМА ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ, АКТУАЛЬНОСТЬ И ПУТИ РЕШЕНИЯ.**

**Аннотация.** Выполнен анализ тенденций роста риска бытия от ряда опасных природных процессов (ОПП). Проведен анализ специфики потерь Общества. Исследованы возможности науки по снижению риска бытия. Показано, что ОПП являются сложными кумулятивно-диссипативными системами и поэтому в основе оптимизации потерь Общества лежит необходимость создания более эффективного прогноза на базе междисциплинарного научного анализа по изучению сложных систем ОПП.

**Ключевые слова:** опасные природные процессы, ущерб, прогноз, риск.

### **ВВЕДЕНИЕ.**

Природные катастрофы являются источником глубочайших социальных потрясений, вызывая массовые страдания и гибель людей, принося огромные материальные потери. Борьба с последствиями природных катастроф должна являться важным элементом государственной стратегии устойчивого развития и должна основываться на эффективных теоретически обоснованных принципах мониторинга, прогнозирования, предупреждения и превентивной защиты.

Во всем мире нарастает озабоченность в связи с ежегодно возрастающим количеством чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера, увеличением их масштабов, числа жертв и ущерба. Существует две основные причины по данной ситуации: неправильная стратегия в отношениях систем Социума и Природы и неадекватное данной ситуации развитие методов прогнозирования опасных природных процессов (ОПП).

### **1. ТЕНДЕНЦИИ РОСТА РИСКА БЫТИЯ ОТ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Анализ имеющихся данных позволяет говорить об основных тенденциях роста количества природных катастроф в мире в ушедшем столетии и глобальных

процессах, лежащих в основе этого роста.

Бельгийский исследовательский центр собрал внушительную информацию, которая послужила основой для анализа развития природных катастроф в мире за последние 35 лет (1965 – 1999 гг.). Рассмотрено 6385 случаев, связанных с 7 наиболее распространенными природными опасностями: землетрясениями, наводнениями, тайфунами и штормами, засухами, извержениями вулканов, экстремальными температурами (заморозки, гололед, суховеи), оползнями. Последние три явления объединены в одну группу, названную «другие природные катастрофы».

В Иокогаме (1994 г.) была обнародована неутешительная статистика. С 1965 по 1992 г. от природных катастроф в мире погибло около 3,6 млн человек, пострадало более 3 млрд, а общий экономический ущерб составил 340 млрд долл. В мире отмечается закономерный рост количества природных катастрофических явлений. В 1990 – 1994 гг. среднее ежегодное количество катастроф возросло по отношению к 1965 – 69 гг. почти в 3 раза. В последние годы (1995 – 99 гг.) количество крупных природных катастроф сохранялось на высоком уровне, хотя и несколько меньшем, чем в предыдущем пятилетии.

Важнейшая опасная тенденция развития природных катастроф на Земле – снижение защищенности людей и техносферы. По данным Всемирной конференции по природным катастрофам (Иокогама, 1994 г.), количество погибших возрастало ежегодно в среднем за период с 1962 г. по 1992 г. на 4,3%, пострадавших – на 8,6%, а величина материальных потерь – на 6%. Количество погибших на Земле за 35 лет от семи видов катастрофических явлений составляет 3,8 млн. чел.

Нередко природные явления оказываются опасными тогда, когда человек сам "подставляет" себя, средства производства и природные ресурсы. Стихийные бедствия было бы точнее назвать бедствиями природопользования, которые вызваны как природными опасностями, так и плохой управляемостью процессами экономического развития. Современная научно-техническая революция способствует ресурсному освоению регионов с неблагоприятными природными условиями, но она также вызывает бурное развитие и усложнение сети всевозможных коммуникаций, пересекающих опасные участки. Созданы такие энергетические, химические и биотехнические предприятия, повреждение которых в

случае оползня, лавины или землетрясения грозит ущербом, несравнимым даже с потерями от самых крупных стихийных бедствий до индустриального прошлого.

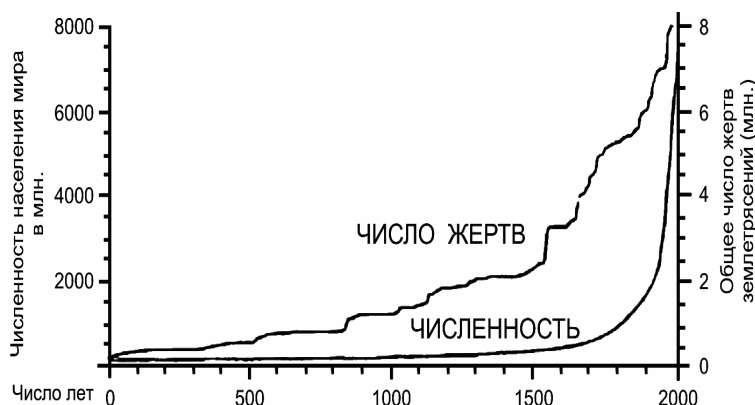
Возможные причины высокого ущерба от стихийных бедствий:

- 1) рост численности населения;
- 2) применение технологий производства и средств жизнеобеспечения, уязвимых для воздействия природных сил;
- 3) воздействие человека на среду, приумножающее ее потенциальные опасности;
- 4) заселение заведомо опасных территорий;
- 5) высокая степень урбанизации (рост численности городского населения),
- 6) высокая подверженность городов действию новых опасных процессов техногенного плана,
- 7) глобальное потепление и рост климатических опасных процессов.

Все это, взятое вместе, резко повышает уровень поражающих факторов стихийных процессов. Примеры, иллюстрирующие данное положение приведены ниже (рис. 1-5).

С ростом численности населения Земли возрастает число жертв от землетрясений (рис. 1). Согласно последним данным, нарастание численности населения описывается степенным законом. Действительно, самый главный феномен современности – увеличение в два раза численности людей на планете (с 3,0 млрд. до 6,0 млрд.) за жизнь одного поколения. Ущерб от опасных природных процессов (ОПП) тоже приближается к степенному виду.

Рис. 1. Рост численности населения мира и числа жертв землетрясений в течение последних 2000 лет



[7].

Легко заметить, что все эти закономерности очень близки к степенным законам для реальной статистики бедствий и катастроф

Аналогичные графические зависимости характерны и для других видов природных катастроф (рис. 2).

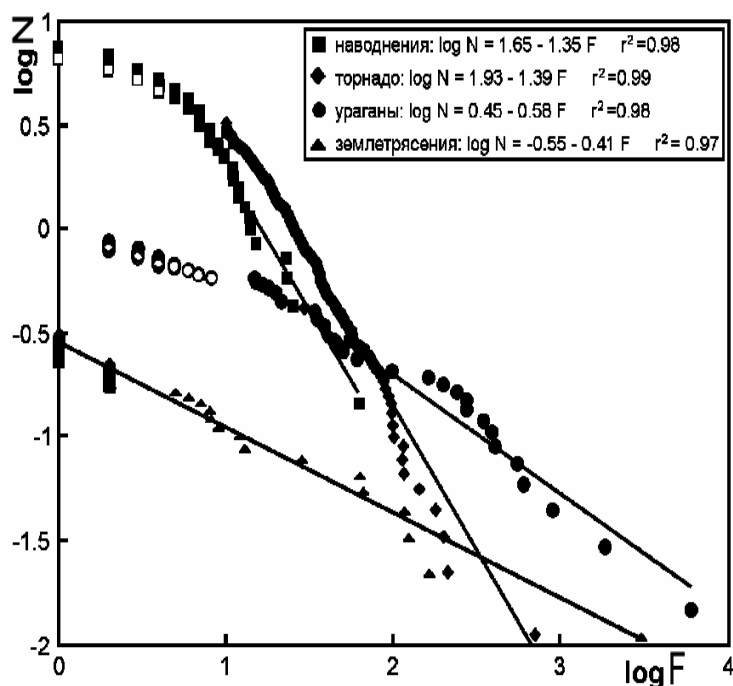


Рис. 2. Зависимость числа погибших от бедствий от количества этих бедствий. Величина  $F$  в формулах характеризует логарифм среднего числа погибших в результате бедствий ежегодно. На графике приведены данные для четырех видов ОПП: торнадо (ромбы), наводнений (квадратики), ураганов (кружки), землетрясений (треугольники)[6].

В настоящее время скорость роста численности городского населения в 1,9 раза превышает среднюю скорость роста населения. Так как на территории городов расположены значительные объемы технико-хозяйственных комплексов (ТХК) и высока плотность населения, число потерь растет адекватно росту численности населения (рис. 3).

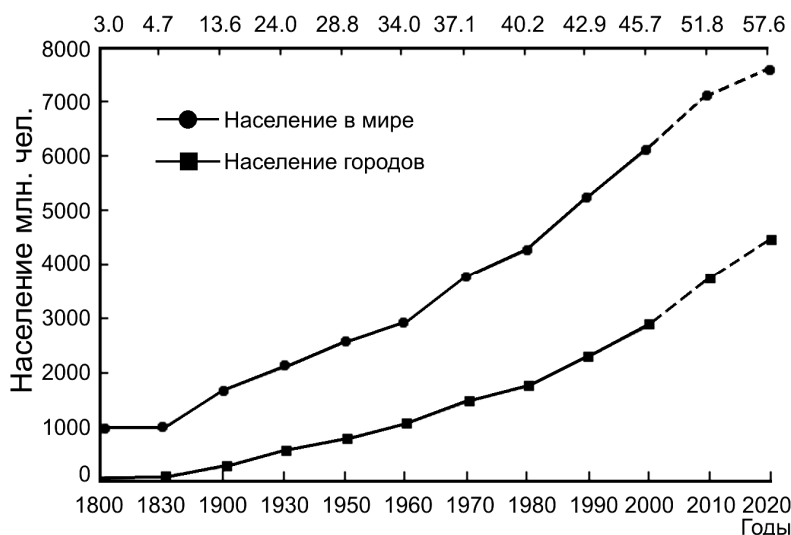


Рис. 3. Рост населения Земли и городского населения с 1800 по 2020 г [5].

Во многих случаях инфраструктуры ТХК и особенно бытового сектора (жилые строения) не соответствуют нормативным требованиям устойчивости в условиях в условиях воздействия характерных для данной местности ОПП. Например, гибель почти 600 тыс. человек от землетрясения в г. Таньшань в 1976 г

(Китай) связана с высокой плотностью населения и типом жилых строений, расположенных в лессовых породах, которые легко подвержены оползневому процессам. В результате землетрясения лессовые породы просто оползли по склону, похоронив под собой всех живущих в домах-пещерах. Аналогичная ситуация была в Армении в 1985 г., когда от землетрясения погибло более 25 000 человек и были почти полностью разрушены города Спитак, Ленинокан и др. Особенностью такой трагедии было то, что там были полностью нарушены нормативы строительства, и здания строились не на бетоне, а на смеси бетона со значительной долей песка.

Наиболее подвержены разрушениям, страны с более низким социально – экономическим уровнем развития (таблица 1). Научно – прогнозный потенциал и технологии строительства и защиты в слаборазвитых странах находятся на слишком низком уровне.

Наиболее яркий пример – катастрофа на Филиппинах (08.11. 2013 г.) от самого сильного за последние 100 лет тайфуна «Хайян». Число погибших около 4,6 тыс. человек. По данным ООН тайфун полностью уничтожил 160 тысяч домов, еще 287 тысяч получили серьезные повреждения. Свои жилища покинули 1,9 миллиона человек, а всего из-за стихии пострадали 13 миллионов жителей страны [11].

Таблица 1 [Осипов В.И., 2001].

Зависимость уязвимости стран от социально-экономического уровня их развития

Группы стран по величине годового валового национального продукта на человека	С низким доходом	Средним доходом	Высоким доходом
Население (млн. чел.)	3127	1401	817
Площадь (10000 км <sup>2</sup> )	3883	4080	3168
Плотность населения на км <sup>2</sup>	80.5	34.3	25.8
Средний валовой национальный продукт в год (млрд. долл.)	1097	3474	16920
Количество крупных природных катастроф (1965–1992)	1524	1714	1341
Количество жертв, тыс. чел. (1965–1992)	3166	408	33
Количество пострадавших, млн. чел. (1965–1992)	2775	216	16
Прямые экономические потери, млн. долл. (1965–1992)	67906	98841	171253
Среднее отношение экономических потерь в год к среднему валовому национальному продукту, %	0.22	0.10	0.04

В то время как количество геофизических катастроф остается относительно постоянным, число стихийных гидрометеорологических бедствий возросло. Так, в

90-х годах более 90% жертв стихийных бедствий погибло в результате гидрометеорологических явлений – таких, как засухи, ураганы и наводнения. Несмотря на то, что на долю наводнений приходится 2/3 всех случаев, когда люди страдают от стихийных бедствий, они все же менее опасны для жизни, нежели другие природные катастрофы, поскольку число жертв наводнений составляет лишь 15% от общего количества погибших в таких катастрофах (IFRC, 2001). Тем не менее, следует отметить, что имеются данные, подтверждающие интенсификацию активности ураганов вследствие глобального потепления.

Грядущее потепление может привести к дальнейшему росту потенциальной разрушительной способности ТЦ и существенному увеличению ущерба наносимого ураганами. По сведениям агентства Meteo-France, ежегодно в мире происходит около 80 тропических циклонов, и, хотя увеличения их числа не значительно, однако разрушительная сила возрастает. «За последние 30 лет мы зарегистрировали двукратное увеличение количества циклонов (ураганов) категории 4 и 5 (высших по шкале Сафира-Симпсона)».

Это связано как с увеличением удлинения траектории ураганов (продолжительность больше на 2-3 суток), так и с их интенсификацией. Более 50% всего ущерба в США были нанесены пятью ураганами 4-5 категории. Для США отмечен общий рост числа ураганов с 1905 по 2005 гг. (рис. 4).

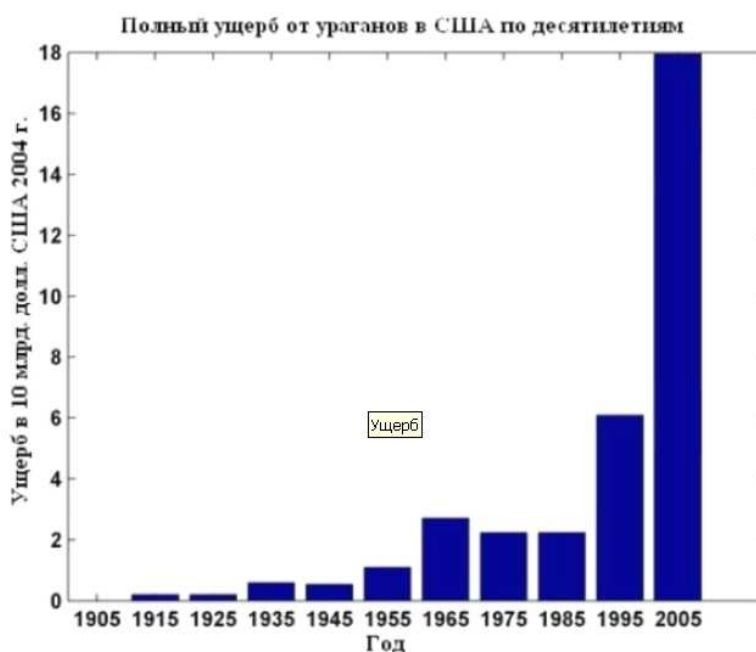


Рис. 4. Полный ущерб от ураганов в США по десятилетиям в исчислении по 10 млрд долларов [2].

Климат и вода могут оказывать воздействие практически на все аспекты жизни. Девять из 10 стихийных бедствий связаны с гидрометеорологическими

опасными явлениями, в результате которых с 1980 по 2000 гг. в мире погибло 1,2 млн. человек, а ущерб от последствий таких явлений насчитывает более чем 900 млрд. долл. США. По данным Мюнхенской Компании перестрахования число значительных природных катастроф по сравнению с 80-ми годами увеличилось более чем в два раза. (рис.5). Это привело к росту экономических потерь в 7.3 раза (ущерб в результате одного зимнего циклона на территории Европы в современных условиях может достигать 50 млрд. евро).

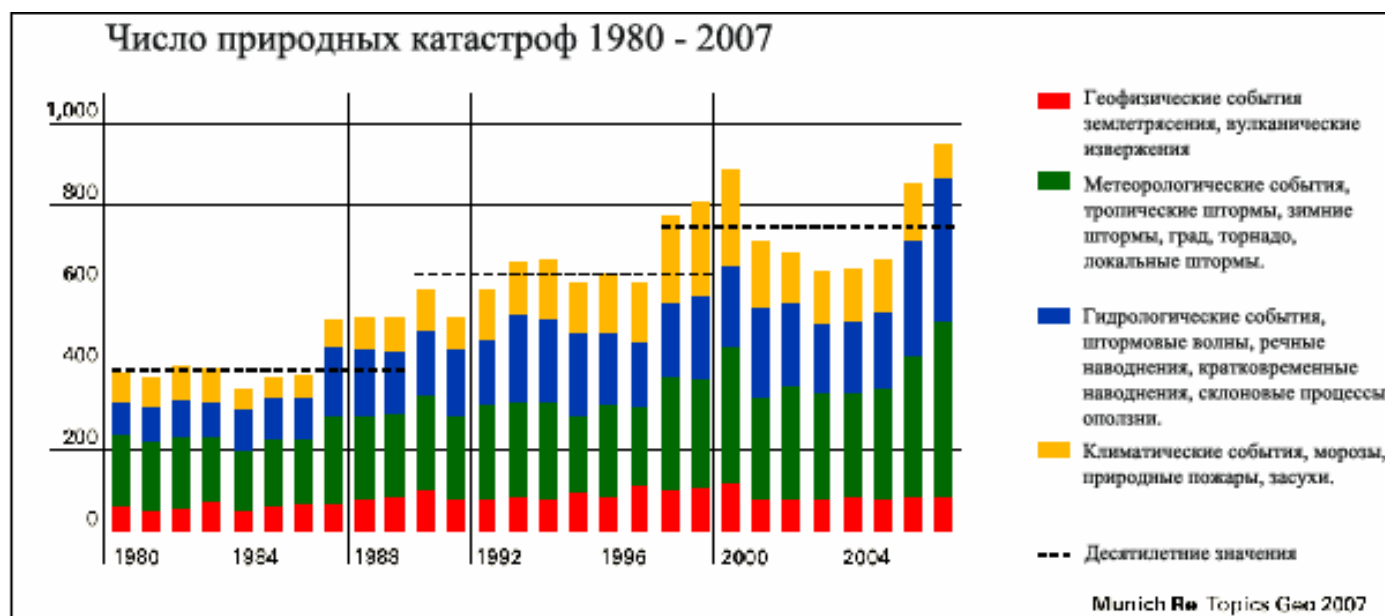


Рис. 5. Число природных катастроф за период 1980-2007 [1].

Крупный экономический ущерб и человеческие жертвы, которые в недавнем времени были понесены в результате наводнений, схода лавин и ливневых осадков на Северном Кавказе, в Сибири и на Дальнем Востоке показали, насколько уязвимой является сегодня экономика Российской Федерации в отношении опасных явлений и условий погоды. *Высокая гидрометеорологическая уязвимость населения и экономики требует численной оценки влияния опасных гидрометеорологических явлений и неблагоприятных условий погоды, что приобретает особое экономическое значение.* Это также обусловлено и ростом экономических потерь [1].

Так, в 2003 году резко возросли экономические потери в сельском хозяйстве (до 29 млрд. руб.). Это объясняется тем, что в 2003 году площади пострадавших посевов от воздействия неблагоприятных условий погоды увеличились примерно в 2 раза. При этом существенный вклад в уязвимость производственной деятельности сельского хозяйства отмечен за счет роста случаев экстремальных температур и

количества осадков. Вклад аномальных изменений температуры на гибель посевов сельскохозяйственных культур от чрезвычайных ситуаций возрастает (рис. 6).

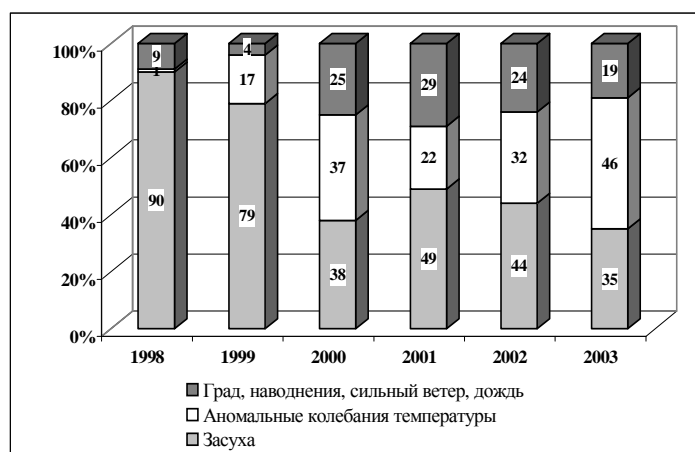


Рис. 6. Динамика гибели посевов сельскохозяйственных культур от чрезвычайных ситуаций (по данным «РосНТЦагроЧС») [1].

По экспертным оценкам среднегодовые экономические потери в России в 1995-2003 годах, обусловленные гидрометеорологическими причинами, превышают 60 млрд. рублей, а это уже сфера национальных интересов нашего государства [1].

Социальный и экономический ущерб от катастроф с трудом поддается оценке в глобальном масштабе. Страховые иски о возмещении ущерба от стихийных бедствий не дают реальной картины экономических потерь. Например, ущерб от наводнений в Австрии, Германии и Швейцарии в 1999 г. был компенсирован страхованием от стихийных бедствий только на 42,5%. В случае Венесуэлы (1999 г.) ущерб от наводнения был возмещен лишь на 4% (CRED-OFDA, 2002). Необходимо иметь достоверные и систематические данные о стихийных бедствиях, чтобы оценить их социально-экономические и экологические последствия, как на ближайший, так и на отдаленный период. Скажем, население развивающихся стран страдает от многочисленных стихийных бедствий местного масштаба, таких, как пожары, наводнения, засухи и нашествия насекомых, но это часто не отражается в статистике стихийных бедствий. На рисунках 7, 8. приведены статистические данные об экономических потерях от ОПП на период с 1950 по 2000 г.



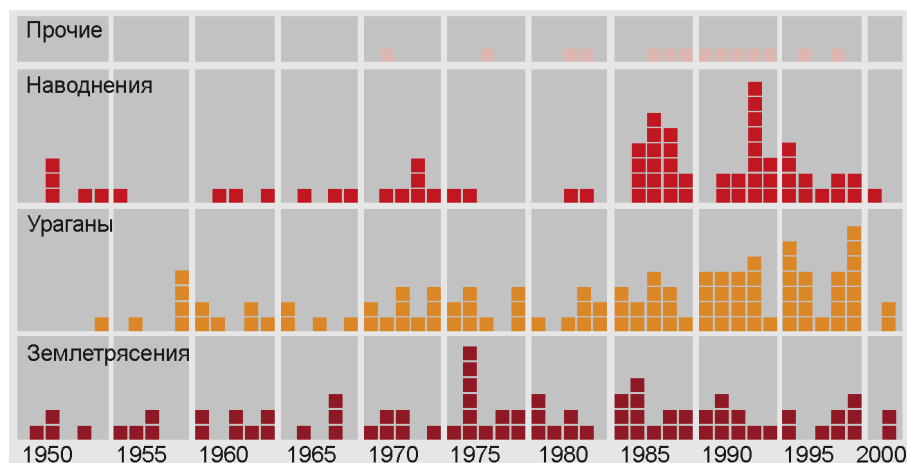


Рис. 7. Тенденция возрастания частоты “величайших” стихийных бедствий. Стихийные бедствия относятся к “величайшим”, если регион не способен справиться с их последствиями самостоятельно, и необходима помощь на межрегиональном или международном уровне, как это обычно происходит, когда тысячи людей погибают, сотни тысяч лишаются крова или когда страна испытывает значительные экономические потери [6].

В настоящее время в 24 из 49 наименее развитых стран высока вероятность сильного поражения от стихийных бедствий. За последние 15 лет, по крайней мере, в 6 из них ежегодно происходило от 2 до 8 крупных природных катастроф, имевших долговременные последствия для социального развития (UNDP, 2001). С 1991 г. более половины всех стихийных бедствий зарегистрировано в странах со средним уровнем социального развития. Тем не менее, 2/3 всех погибших проживало в странах с низким уровнем социального развития, и только 2% – в высокоразвитых странах. В результате одного стихийного бедствия в высокоразвитых странах в среднем погибает 22,5 человека, а в странах со средним и низким уровнем социального развития – 145 и 1052 человека соответственно (IFRC, 2001).

Некоторые эксперты связывают сегодняшнюю тенденцию увеличения частоты экстремальных погодных условий с глобальным потеплением. Во многих районах мира наблюдаются долгие периоды сильной жары, наводнения, засухи и другие экстремальные погодные явления. Хотя отдельные явления (например, сопровождающие Эль-Ниньо) напрямую связаны с изменениями климата, вызванными деятельностью человека, их частота и масштабы будут возрастать в связи с общим потеплением климата. Вполне вероятно, что изменение средней

температуры на Земле оказывает влияние на количество осадков, скорость ветра, влажность почвы и состояние растительного покрова, что, очевидно, влияет на процесс возникновения бурь, ураганов, наводнений, засух и оползней (IPCC, 2001). Например, размеры ущерба от штормовых нагонов могут быть напрямую связаны с колебаниями уровня моря. Пока ученые ведут теоретические споры о том, меняется или не меняется климат планеты, мировая страховая индустрия подтвердила существование этой проблемы на практике. Страховое дело несет многомиллиардные убытки, и виновны в этом возросшее число ураганов, штормов, резкие потепления и похолодания – все то, что является следствием происходящего по вине людей изменения климата (рис. 8). И сейчас правительства, ученые и страховая индустрия, мировые активы которой достигают, как полагают эксперты, 1,41 трлн. долл., тщательно изучают капризы погоды, климатические зигзаги, а также землетрясения, деятельность вулканов и другие источники бед, житейских и финансовых.

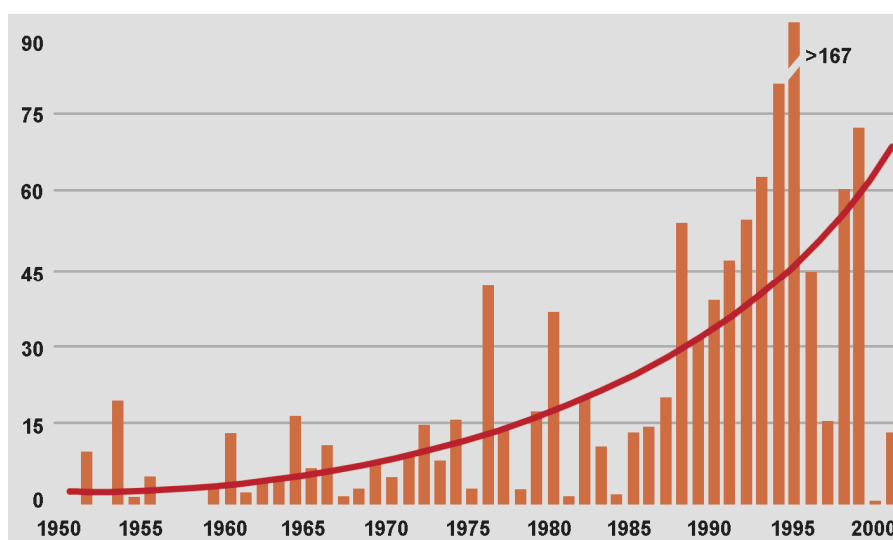


Рис. 8. Экономические потери от стихийных бедствий (в млрд долл.) с 1950 по 2000 г. (показан ущерб только от “величайших” стихийных бедствий). По сравнению с 60-ми в 90-х годах экономические потери увеличились почти в 9 раз [6].

Денежный эквивалент стихийных природных бедствий огромен. В 1989 г. ураган Хьюго в Америке нанес ущерб страховым компаниям в размере 3 млрд долл. А потери от урагана Эндрю в 1992 г. достигли гигантской суммы – 15,5 млрд долл., что привело к банкротству сразу 7 страховых компаний. Американский журналист

Джордж Палмер в статье “Стихии разбушевались” пишет: “В исследовании, проведенном страховой компанией “Тревелерс корпорэйшн”, высказывается предположение, что, если к 2010 г. среднемировая температура повысится всего лишь на 0,9<sup>0</sup>, этого будет достаточно, чтобы усилились ветры, увеличилось на треть число ураганов, обрушивающихся на побережье США и на 30% возрос ущерб в Соединенных Штатах от стихийных бедствий”.

По оценкам исследовательской организации Geoscience Research Group, количество природных катастроф в 1997 – 1999 гг. возросло на 1/4 по сравнению с началом 90-х годов. В 1999 г. в мире случилось 755 природных катастроф (в начале 90-х – 600), которые вкуче нанесли экономический ущерб в 100 млрд долл.

Осознание растущей угрозы природных, техногенных и других катастроф побудило Генеральную ассамблею ООН еще в 1989 г. принять особую резолюцию. Период с 1990 по 2000 г. был провозглашен Международным десятилетием по уменьшению опасности стихийных бедствий. В 128 странах были учреждены национальные комитеты. Тогда же в Женеве создали секретариат ООН по проведению десятилетия, его возглавил финский физик О.Эло. Задачей секретариата была организация международной помощи при катастрофах. Итоги первого этапа этой деятельности были подведены в Иокогаме.

Изучив 5,2 тыс. стихийных явлений, ученые составили банк “существенных катастроф”. Все анализируемые события сопоставлялись по трем категориям: по величине ущерба (1% и более потерь от валового годового продукта той страны, где произошла катастрофа); по количеству пострадавших (1% и более от общего населения страны); по количеству погибших (100 человек и более). Опасное явление относили к разряду “существенных катастроф”, если хотя бы по одной из трех категорий оно отвечало приведенным критериям. Характерная закономерность современности – рост катастроф смешанного типа, которые сейчас принято называть комплексными.

По данным Порфирьева Б.Н. [8] суммарный прямой ущерб только от наиболее разрушительных природных катастроф с 1950-х по 1990-е гг. возрос почти в 16 раз, в то время как мировой валовой продукт – всего в 4 раза. При сохранении существующих тенденций мировая экономика в обозримом будущем по-прежнему не будет в состоянии восполнять экономический ущерб от бедствий и катастроф,

затрачивая все больше ресурсов на преодоление их последствий и уменьшающуюся долю ресурсов – на воспроизводство материальных благ и улучшение качества жизни. Указанное кардинальное изменение характера воздействия катастроф на мировую экономическую систему проявляется и в ряде других не менее важных тенденций.

Одна из них заключается в опережающем росте экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций по сравнению с динамикой роста количества самих катастроф. При этом экономический ущерб от чрезвычайных ситуаций в целом устойчиво увеличивается и в странах «золотого миллиарда», на которые в 1990-х гг. приходилось около 60% экономического ущерба от природных катастроф, и в развивающихся, и в постсоциалистических странах.

Следующая общемировая тенденция состоит в устойчивом и значительном доминировании природных бедствий и катастроф в формировании социально-экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций. Во время природных катастроф гибнет значительно больше людей, чем от техногенных аварий.

Наконец, еще одна важная тенденция в рассматриваемой сфере заключается в устойчивом росте численности пострадавшего от природных катастроф населения при заметном сокращении количества погибших. Только за последнее десятилетие минувшего века количество пострадавших от этих катастроф в целом по миру удвоилось, а количество погибших в 1990-х гг. по сравнению с 1970-ми сократилось почти в аналогичной пропорции. В общей сложности это число за указанные десятилетия превысило 3,5 млн человек (число пострадавших – 4 млрд человек).

Перечисленные выше тенденции свидетельствуют о растущей опасности крупномасштабных катастроф. Накладываясь на менее значительные чрезвычайные ситуации, повседневные социально-экономические проблемы, они превращают современную цивилизацию в «общество риска». При этом, как показывает анализ мировой статистики, в глобальном измерении главная опасность для человечества исходит от эпидемий и стихийных бедствий.

Рост уязвимости экономических систем к бедствиям и катастрофам является глобальной тенденцией, обусловленной общемировыми процессами, характерными, прежде всего, для общества индустриального типа, доминирующего в мире. На развивающиеся страны приходится около 40% совокупного экономического ущерба,

95% жертв природных бедствий в мире и практически все крупнейшие по числу жертв катастрофы мира.

В России при тенденции снижения общего количества чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (крупномасштабные не выделены) и количества погибших в них, численность пострадавших в целом растет. По сравнению с этим, материальные потери увеличиваются более быстрыми темпами (на 10–15% в среднем в год), составляя в среднегодовом выражении от 3% до 5% ВВП.

По оценкам специалистов МЧС России, почти треть (27) субъектов Российской Федерации расположены на территориях, подверженных значительному риску природных и техногенных катастроф (I класс опасности). Тем не менее, сравнение России как с развитыми, так и развивающимися странами мира показывает, что по критерию подверженности страна не находится в какой-то особой, исключительной опасности. Более того, по сравнению с основным массивом стран бывшего “третьего мира” Россия находится в относительно более благоприятном положении.

В современной России они в значительной мере, хотя и не исключительно, связаны с характером системных трансформаций, переживаемых страной в последние 10–15 лет.

Риск техногенных катастроф и величина экономического и социального ущерба от любых чрезвычайных ситуаций возрастают по мере увеличения числа потенциально опасных объектов на территории страны; недостатка средств у государства и самого населения для предотвращения аварий; недостаточного развития инфраструктуры, обеспечивающей своевременное осуществление спасательных мероприятий; низкого профессионализма специалистов и недостаточной согласованности ведомств, отвечающих за безопасность [8].

## **2. ВОЗМОЖНОСТИ НАУКИ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА БЫТИЯ.**

Снижение риска бытия от ОПП возможно только на основе высокоэффективного научного прогноза, базирующегося на высококачественном мониторинге и математическом моделировании различных ОПП, и своевременных эффективных методах превентивной защиты.

В самом конце прошлого века научная общественность признала, что мы живем в мире сложных систем. Проблемы сложных нелинейных систем, в том числе биологических, теперь изучаются во всех крупных университетах Европы и Америки. В 1984 году был основан Институт Санта Фе в Нью-Мексико, а двумя годами позже – Центр изучения сложных систем в университете штата Иллинойс. Это два крупнейших центра, где профессионально занимаются междисциплинарными исследованиями сложных систем с участием специалистов разных специальностей – экономистов, биологов, физиков и математиков. Центр в Лос-Аламосе насчитывает около 2000 исследователей.

Российские исследователи также получили базовые результаты в этой области. С ними связаны разработка математической теории катастроф Арнольда, исследования реакций Белоусова-Жаботинского, автоволновых режимов в нервном волокне сердечной мышцы Кринского и Иваницкого, режимов с обострением (акад. А.А. Самарский, чл.-корр. С.П. Курдюмов) и др. В 1995 г. в МГУ им. М.В. Ломоносова создан Институт математических исследований сложных систем МГУ.

Опасные природные процессы также относятся к сложным явлениям, но с высокой плотностью энергии. Существующие современные методы мониторинга и математического моделирования, несмотря на их существенное развитие, не адекватны требованиям к прогнозированию таких процессов.

Статистические методы принято использовать для получения данных о трендах развития и ритмике тех или иных процессов. Однако применение статистических методов для прогноза сильных прибрежных землетрясений пока не приносит желаемых результатов. Это связано с тем, что используется вся совокупность данных для увеличения статистической значимости, тогда как нужны базы данных для однотипных геодинамических обстановок, ибо каждая геодинамическая обстановка обладает своим набором ведущих параметров (угол поддвига литосферной плиты, ее возраст, скорость поддвига, батиметрическая обстановка зоны поддвига).

Современное моделирование динамики атмосферных вихрей базируется на системах трех уравнений: Навье-Стокса, неразрывности и теплопроводности. Общеизвестно, что принципиальным источником энергии атмосферных вихрей различных пространственных масштабов является скрытая теплота, выделяющаяся в

результате конденсации атмосферной влаги (Riehl Н.А., 1950; Emanuel К.А., 1986; Писаченко Е. А., 1993). Однако дискуссия о конкретных физических процессах, переводящих энергию фазового перехода в кинетическую энергию закрученного потока, далека от завершения (Оояма К. В., 1985; Казенцев Н. В.1988; Хаин А. П.1984). Одним из ключевых вопросов, например теории тропических циклонов, является вопрос о том, как энергия мелкомасштабного процесса конвекции кучевых облаков передается мезомасштабному атмосферному вихрю. Более того, есть много фактов, наблюдений и представлений не объяснимых с позиций существующих моделей. Например.

1). В Северном полушарии зарождается и развивается в среднем в два раза больше ТЦ, чем в Южном полушарии. Симметричность ускорения Кориолиса не позволяет объяснить этот факт (рис. 9, таблица 2). Термодинамика тоже не объясняет асимметрию распределения ТЦ относительно экватора. Так, на севере ТЦ наблюдаются и выше  $35^\circ$  с.ш., а на юге - нет. Непонятно полное отсутствие ТЦ в приэкваториальной зоне океана вблизи Южной Америки и вблизи Африки со стороны Атлантики и наличие полярных тайфунов в районе Гренландии. Согласно данным NASA, многие ТЦ возникают в самой середине зоны пассатов *с достаточно однородной воздушной массой*.

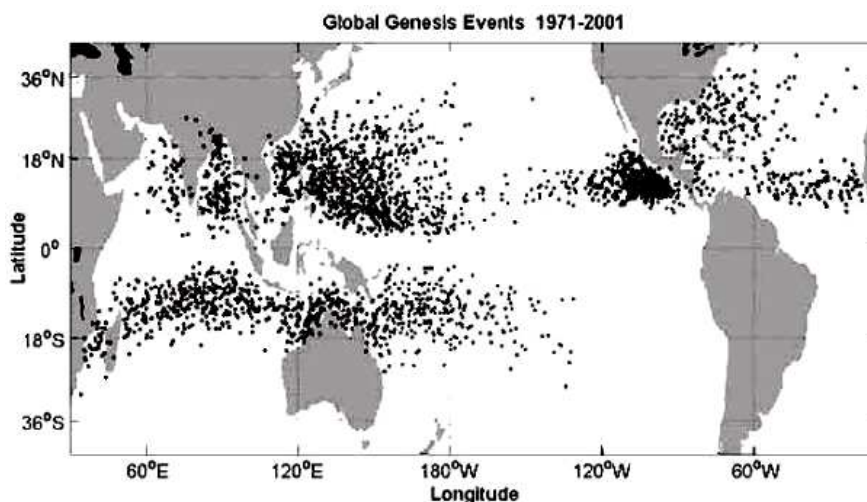


Рис. 9. Места рождения тропических циклонов за период 1971 – 2001 г.[9].

2) Совсем непонятной с точки зрения существующих теорий оказывается асимметрия Западного и Восточного полушарий: в Восточном полушарии число возникающих ТЦ в два раза больше, чем в Западном полушарии (учет разницы

площадей океана и суши, не меняют соотношения) (табл. 2).

Таблица 2. Ежегодная частота ТЦ в каждом бассейне (данные для ураганов и тайфунов в круглых скобках). Значения получены для периода 1968-1989 гг. для бассейнов северной полусферы и 1968-1990 гг. для бассейнов южной полусферы [10].

	Atlantic	NE Pacific	W Pacific	N Indian	SW Indian	Australia-SW Indian	Australia-SW Pacific	Totals
<b>Average</b>	9.7 (5.4)	16.5 (8.9)	25.7(16.0)	5.4 (2.5)	10.4(4.4)	6.9 (3.4)	9.0 (4.3)	<b>83.7 (44.9)</b>
<b>Standard Deviation</b>	3.1 (2.2)	4.2 (3.0)	4.1 (3.6)	2.1 (1.7)	2.6 (2.6)	2.4 (2.1)	3.1 (2.3)	<b>21.6 (17.5)</b>
<b>% Global Total</b>	11.6 (12.0)	19.8 (19.7)	30.7 (35.7)	6.5 (5.6)	12.4(9.9)	8.2 (7.6)	10.8 (9.5)	<b>&gt;100</b>

Представление о том, что единственным источником энергии ТЦ является теплота конденсации водяного пара, а механизм трансформации движений в вихревые, закрученные потоки обусловлен трением о подстилающую поверхность океана, тоже нельзя считать безусловным. Часто ТЦ даже при выходе на сушу существуют длительное время, не говоря уже о том, что значительная часть ТЦ "гибнет" над океаном. Торнадо вообще зарождается вверху в грозовых облаках. Более того, вопреки термодинамике оно опускается от более холодных верхних зон грозовых образований к более теплой поверхности Земли.

Аналогичные трудности возникают при попытках объяснить сходство таких явлений как молния, торнадо, циклон. До настоящего времени существует недопонимание роли нелинейности процессов, нелинейных резонансов и условий образования солитонных структур (волны-кепроуллеры, торнадо и др.).

До сих пор не раскрыты закономерности возникновения сильных и цунамигенных землетрясений. Не ясно существует ли периодика супервулканических извержений? И еще много, много неясностей.

### 3. ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОПП.

Наша точка зрения на сложившуюся ситуацию следующая. Опасные



природные процессы (ОПП) – это локализованные высокоэнергетичные процессы, представляющие собой сложные системы, в которых превалируют нелинейные и неравновесные динамические процессы различной природы. ОПП возникают, развиваются и достигают экстремальных фаз с поражающими факторами за счет энергетики окружающей среды. Высокая плотность энергии достигается за счет процессов ее кумуляции (концентрации). Диссипация кумулированной энергии в виде высокоэнергетичного воздействия на окружающую среду представляет собой действие поражающих факторов.

Следовательно, исследуя природу ОПП, мы, прежде всего, стремимся познать физику становления кумулятивно-диссипативных процессов. Таким образом, чтобы создать теорию ОПП, нужно познать весь спектр вопросов связанных с проблемами зарождения и эволюции сложных систем типа ОПП в условиях постоянного взаимодействия с окружающим миром. Это проблема междисциплинарного направления.

Учитывая, что спектр ОПП чрезвычайно широк, то лейтмотивом объединения должна быть общность идеи, вокруг которой возможно объединение разноплановых научных направлений. Такой обобщающей идеей и является идея исследования эволюции сложных систем, частью которых являются ОПП. В первую очередь необходимо объединить вокруг этой идеи уже имеющиеся междисциплинарные направления, такие как синергетика, теория фракталов, теория физической мезомеханики и теория кумулятивно-диссипативных процессов.

Фрактальное подобие и дробная размерность лежат в основе энергоинформационного взаимодействия всех сложных систем, которое максимизирует согласование функциональных свойств системы и окружающей среды, их резонансного взаимодействия [Иванов О.П., 2008]. Дробная размерность характеризует степень адаптируемости и устойчивости системы-мишени. Законы фрактальности включают в себя также принципы организации и взаимодействия элементов внутри системы, за счет иерархической соподчинённости и внутренней гармонии с внешними воздействиями (Мандельброт, Иванова В.С., 1992; Потапов А.А., 1986 и др.).

Физическая мезомеханика исследует процессы в сплошных средах на микроуровне. Экспериментальные и теоретические исследования мезоскопических

структурных уровней деформации привели к качественно новой методологии описания деформируемого твердого тела как многоуровневой самосогласующейся системы (Панин В.Е., 1998, 2000). Мезоскопический подход является принципиально новой парадигмой, качественно отличной от методологии механики сплошной среды (макромасштабный подход) и теории дислокаций (микромасштабный подход) и потому представляет несомненный интерес для сейсмологии.

Кумулятивно-диссипативные процессы охватывают спектр высокоэнергетических концентрированных процессов диссипации энергии таких, как сильная конвекция, мощная турбулентность, узкоструйные, плоскоструйные, сферические, цилиндрические, спирально вихревые и др. образования. В теоретическом и экспериментальном плане исследования кумулятивно-диссипативных процессов наиболее развиты в физике плазмы, где показана связь таких процессов с процессами самоорганизации соответствующих образований. Подобная самоорганизация связана с возникновением новых симметрий и свобод и определяется действием степенных законов кумуляции в силовых и потенциальных полях [4].

В дальнейшем, по мере необходимости, спектр присоединяемых дисциплин и направлений может быть расширен. В основе междисциплинарного подхода должна лежать стратегия развития междисциплинарности. Такую роль выполняет методология междисциплинарных исследований. Методологии междисциплинарного анализа ОПП пока только создается на базе расширенной синергетики [3].

Если рассматривать классы аккумулятивных и диссипативных процессов, на всех масштабных уровнях, включая высокоэнергетичные процессы, то в этом случае методология расширенной синергетики сможет рассматривать самоорганизацию сложных систем всех типов, включая ОПП. Совместно с теориями фракталов, мезомеханики и кумулятивно-диссипативных процессов она позволит дать принципиально иную интерпретацию многим, не стыкующимся с современными представлениями, данным.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

1. Бедрицкий А.И. Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие России. Межд. Конф. «Измерение и содействие прогрессу: новый подход для стран СНГ и Восточной Европы» М.: 2008.
2. Головкин В.А. Математическое моделирование активности ураганов по данным радиационных наблюдений из космоса //Исследования Земли из космоса. 2006, №5, с.12-37.
3. Иванов О.П., Винник М.А. Кумулятивно-диссипативное расширение синергетики. Вестник РУДН. Сер. философия, №2, 2008. С. 78 – 84.
4. Иванов О.П., Оксогоев А.А. Синергетика и фракталы сложных систем. ТГУ. 2008 г. 280с.
5. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже 21 века. Вестник РАН. Т71. № 4. С.291.– 302.
6. Munich Re. Natural catastrophe balance 2001.
7. Reduction and Predictability of Natural Disaster /Eds. J.B. Rundle,
8. <http://www.rus-stat.ru/index.php?vid=1&id =76&year=2004>.
9. [http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Earth--Atmospheric--and-Planetary-Sciences/12-811Spring-2005/797348AE-06D0-40DB-888E4069B5528B73/0/ch7\\_1.pdf](http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Earth--Atmospheric--and-Planetary-Sciences/12-811Spring-2005/797348AE-06D0-40DB-888E4069B5528B73/0/ch7_1.pdf).
10. <http://www.bbsr.edu/rpi/public/pubs/pre2000/tcdoc/tab4.html>,
11. <http://www.bfm.ru/news/236555?doctype=news>.