



# Оценка погодных рисков и ущербов в отраслях экономики России.



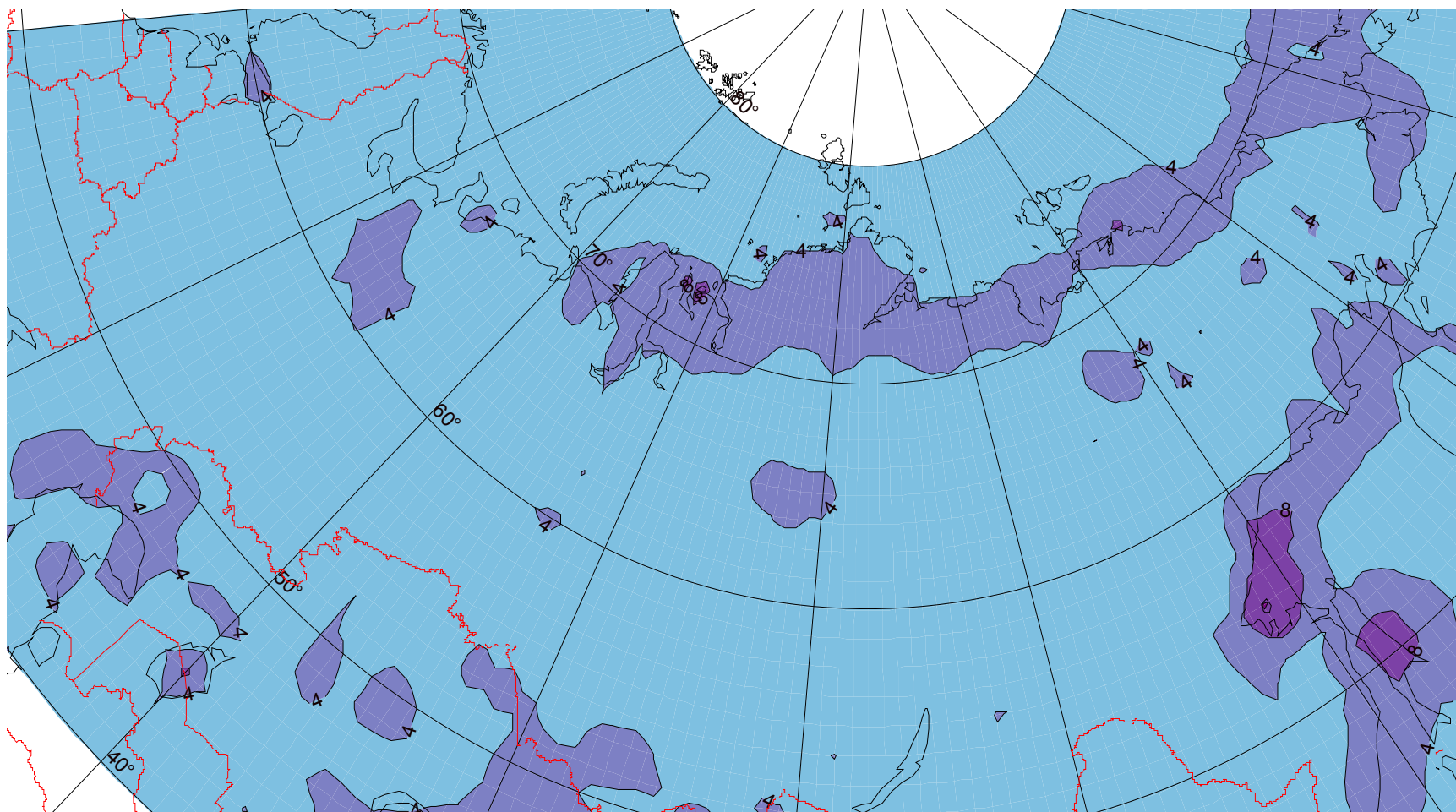
- Существует достаточно большое количество погодных явлений, способных нанести ущерб хозяйственной деятельности человека, однако можно выделить **три основных: аномалии температуры, осадков и ветра**. В результате предыдущих исследований были получены значения показателей метеорологической уязвимости по четырем основным элементам погоды: минимальной и максимальной суточной температуре воздуха, максимальной сумме осадков и максимальной скорости ветра

$$Y = \frac{T_{\max}}{T_{\min}} \cdot F_1 + \frac{T_{\min}}{T_{\max}} \cdot F_2 + \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \cdot F_3 + \frac{W_{\max}}{W_{\min}} \cdot F_4$$

- Необходимо отметить, что вклад каждого фактора неодинаков. Наибольший вклад в показатель метеорологической уязвимости вносят осадки – 50-60%, 15-25% вносит ветер, около 10-15% - минимальная температура и около 5-10% максимальная температура



Условно на территории России можно выделить 3 класса уязвимости от погодных условий: высокую (наиболее темный тон), низкую (самый светлый тон) и промежуточный класс. Соотношение выделенных градаций, если взять наиболее низкую погодную уязвимость за 1 - 1:1,3:1,6. Как видно из полученного соотношения, особенности географического распределения погодной уязвимости регионов России имеют весьма существенные различия. Пользуясь этой классификацией можно определить степень погодной уязвимости тех или иных предприятий, отраслей или секторов экономики по их географическому положению.





## Риски, не связанные с опасными явлениями погоды

- **Топливо-энергетический комплекс.** Одним из важнейших факторов в потреблении природного газа, нефтепродуктов является продолжительность и суровость зимы. Риск для этих компаний – теплые зимы, потому что их доход в значительной степени базируется на объемах продаж природного газа, потребляемого в зимний период.
- **Электрические компании.** Одним из важнейших факторов потребления электричества является температурный баланс и продолжительность лета. Риск для этих компаний – прохладное лето, потому что доход от продаж в большой степени зависит от объема электричества, потребляемого в летний период.
- **Сельское хозяйство.** Аграрный комплекс подвержен большому количеству факторов, от которых зависят урожайность и состояние животноводческого сектора. Урожайность – вопрос взаимодействия ряда погодных факторов, скотоводство восприимчиво к экстремальным летним и зимним температурам. Риск для сельского хозяйства, главным образом, – осадки, температура, заморозки или их комбинации.
- **Строительство.** Строительная отрасль восприимчива к климатическим изменениям, вызывающим задержки в исполнении проектов. Эти задержки влекут расходы, которые включают затраты на рабочую силу и стоимость товарно-материальных запасов, а также возможные штрафы, налагаемые заказчиками за задержку.
- **Транспорт.** Изменения погодных условий в открытом море не только опасны, но и влекут значительный ущерб для судоходства. Кроме действительного вреда для деятельности в открытом море, существуют издержки, связанные с суровыми погодными условиями, например, приостановка доставки грузов во время значительных погодных событий. Авиакомпании вынуждены осуществлять задержки авиарейсов из-за погодных условий, что также приводит к значительным расходам.



Суть понятия риск лучше всего определить как **возможную опасность какого-либо неблагоприятного исхода**. Данное определение является широким описанием термина риск и не сводится к ограниченному пониманию риска как величины, которая может быть оценена вероятностно.

- **Количественная модель рисков** оперирует такими понятиями, как:
  - годовая частота происшествий (англ. Annualized Rate of Occurrence — **ARO**), иначе говоря, вероятность появления ущерба;
  - ожидаемый единичный ущерб (англ. Single Loss Expectancy — **SLE**), т.е. стоимость ущерба от одного события;
  - ожидаемый годовой ущерб (англ. Annualized Loss Expectancy — **ALE**), величина, равная произведению **ARO** на **SLE**.

где **ARO** — это частота появления события, приносящего ущерб на годовой основе, т. е., если событие происходит раз в 5 лет, то величина **ARO** равна  $1/5$  или  $0,2$ , а если событие происходит 3 раза в год, то **ARO** равно 3. Как видим, эта величина отлична от математической вероятности, которая не может быть больше 1. Величина **ARO** не ограничена сверху.

- **SLE** рассчитывается как произведение количественного (стоимостного) значения актива (англ. Asset Value — **AV**) на фактор воздействия (Exposure Factor — **EF**). Фактор воздействия — это размер ущерба или влияния на значение актива (от 0 до 100%), т. е. часть значения, которую актив потеряет в результате события.  
**SLE=AV x EF**



Управление рисками — это процесс определения, анализа и оценки, снижения, устранения или переноса (перенаправления) риска, который (процесс) заключается в ответе на следующие вопросы:

- 1. Что может произойти?
- 2. Если это “что-то” произойдет, то каков будет результат или ущерб?
- 3. Как часто может происходить это событие?
- 4. Насколько мы уверены в ответах на вышеуказанные вопросы (оценка вероятности)?
- 5. Что может быть сделано для снижения или устранения вероятности события?
- 6. Сколько будет стоить то, что может быть сделано?
- 7. Насколько эффективно то, что может быть сделано?

Сам риск как таковой и состоит из понятия вероятности (четвертый вопрос), т. е. чем больше вероятность первых трех вопросов (событие происходит часто и с большим ущербом), тем больше риск, чем меньше вероятность, тем меньше риск.

- Рассмотрим пример.
- Предположим, имеется предприятие с инфраструктурой общей стоимостью 10 000 000 долларов. Ураган может нанести ущерб 30% (часть инфраструктуры сохранится). Предположим, подобный ураган может случиться раз в 10 лет. Тогда:

$$\text{SLE} = 10\,000\,000 \times 0,3 = 300\,000$$

$$\text{ALE} = 300\,000 \times 0,1 = 30\,000$$

Таким образом, если организация будет тратить до 30 000 долларов в год на защитные меры, то предпринимаемые меры будут эффективными с точки зрения управления рисками.



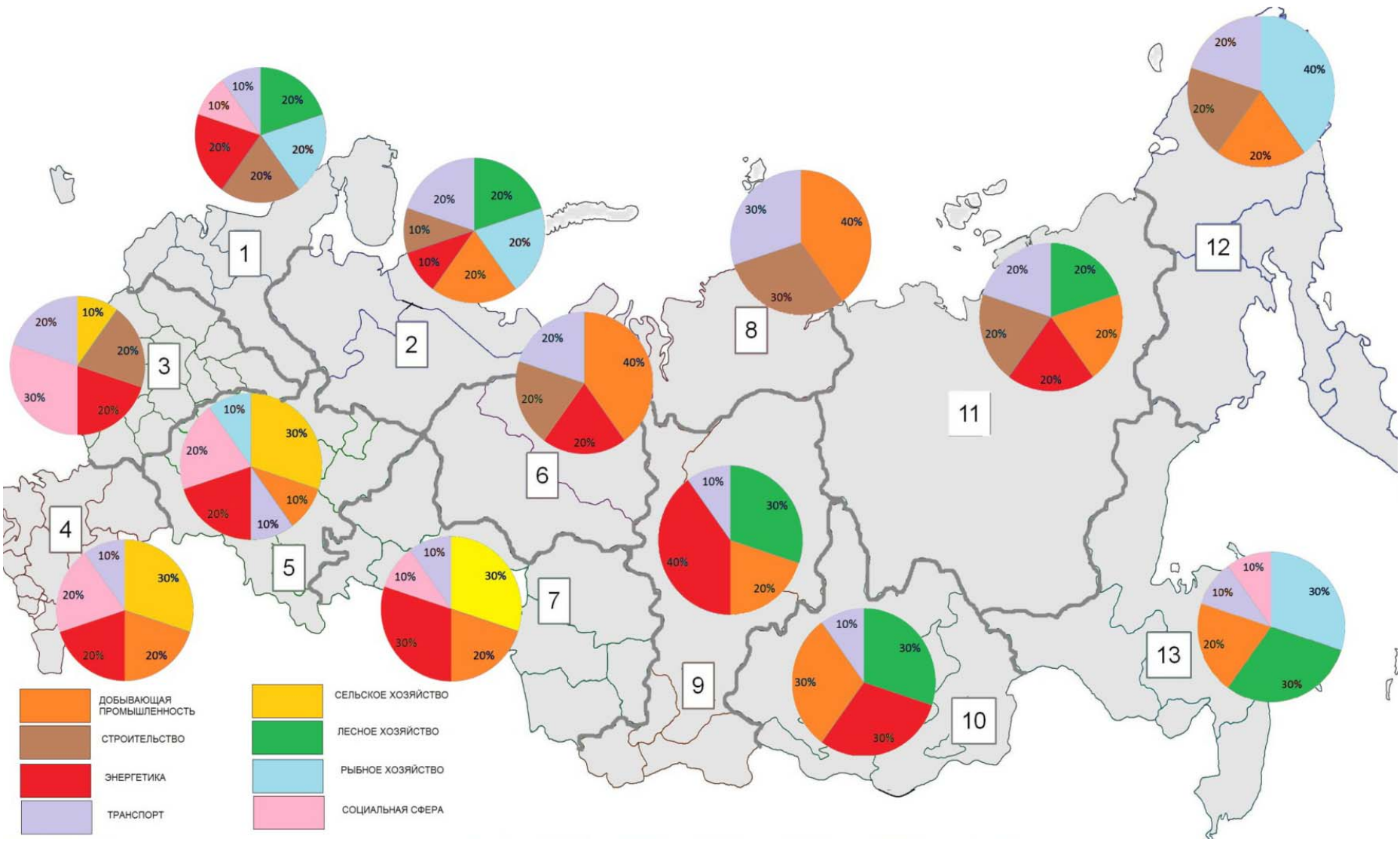
- Оценка риска выполняется по двум факторам: вероятность реализации и размер ущерба.
- $$Риск = P_{реализации} \cdot Ущерб$$
- Дальнейшая детализация вероятности реализации

$$P_{реализации} = P_{угрозы} \cdot P_{уязвимости}$$





# Соотношение погодно-климатических рисков для отраслей экономики и социальной сферы в регионах РФ (%)

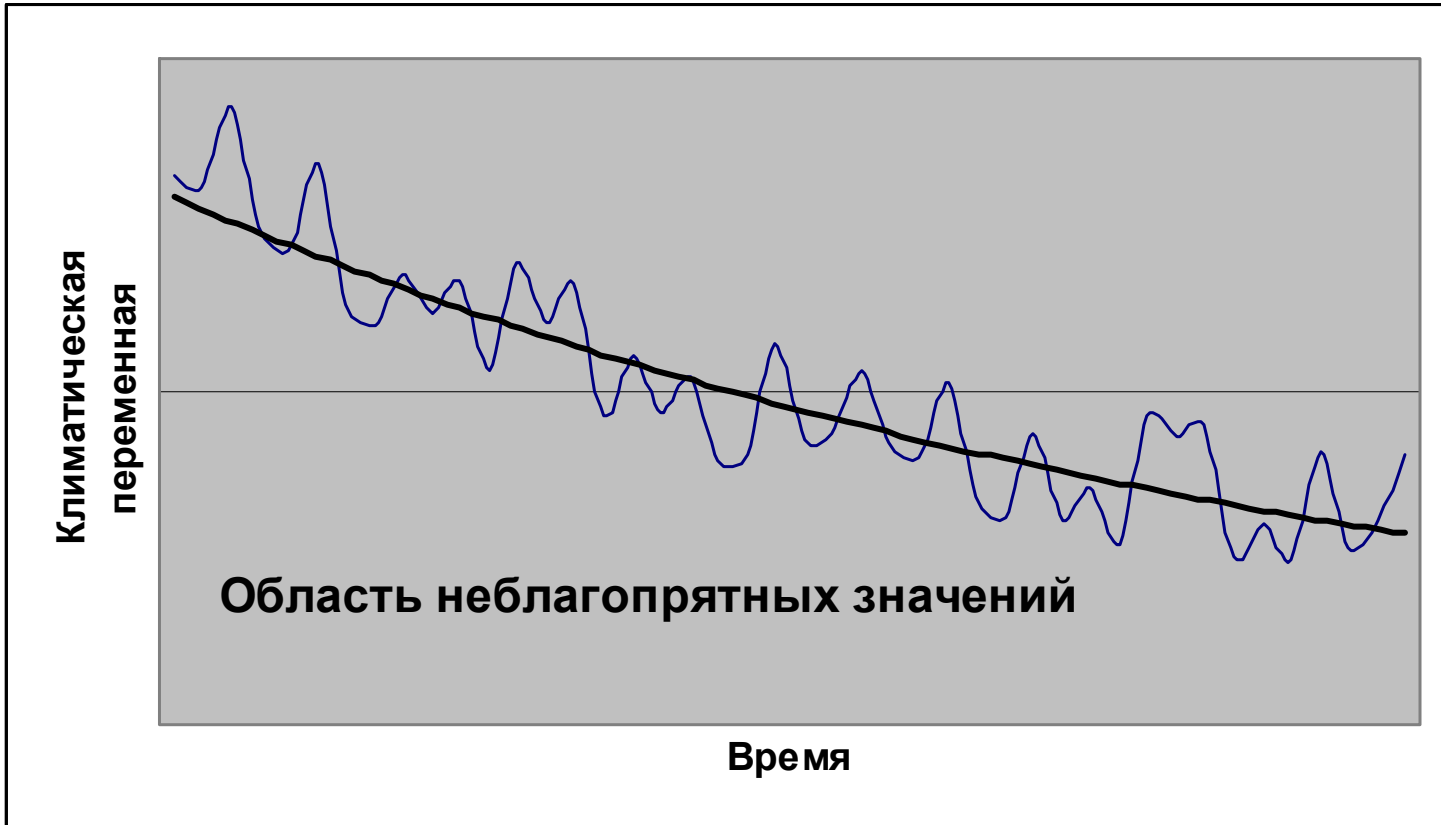






## Классификация климатических рисков по типу изменения факторов риска

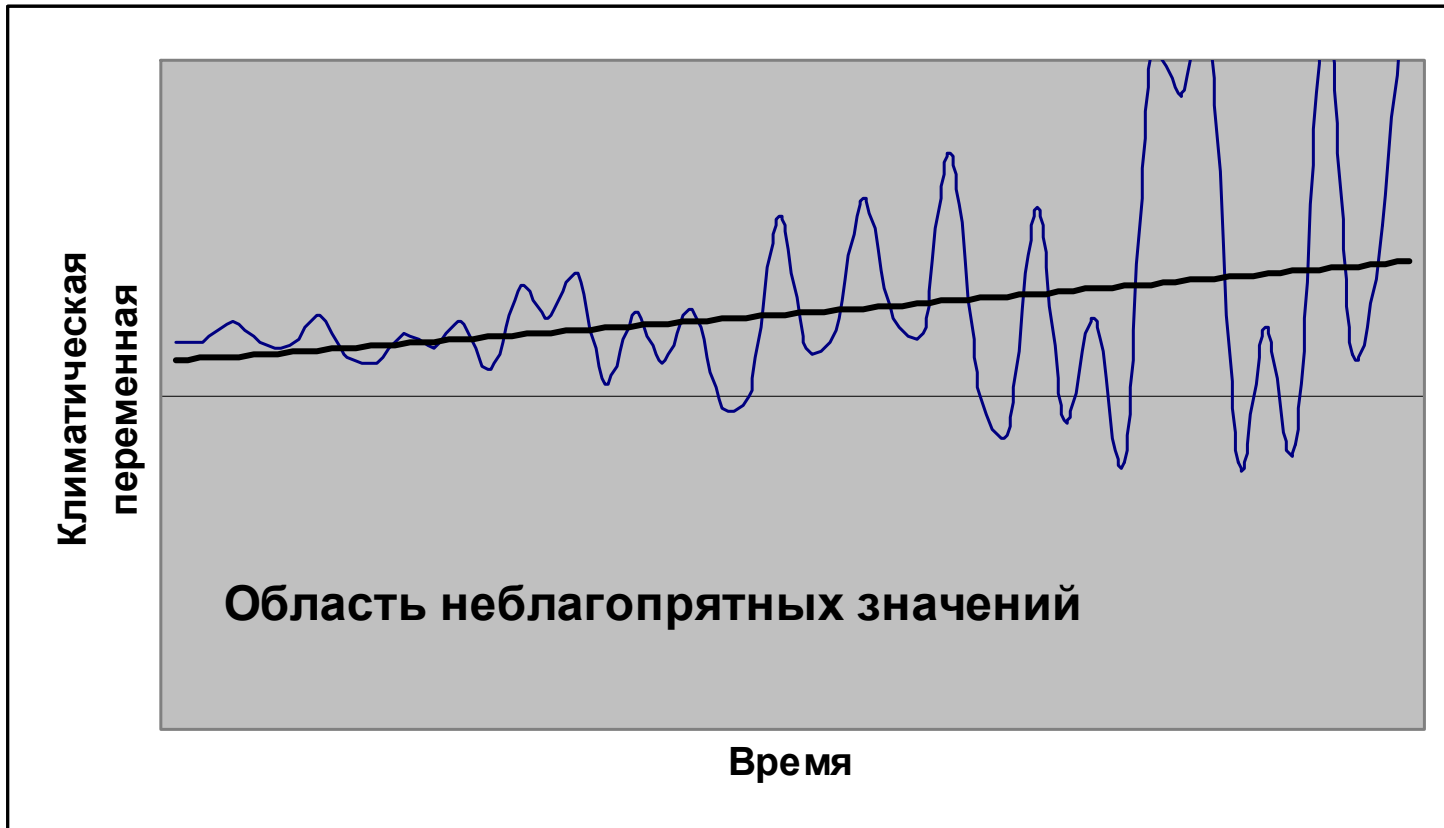
- **1. Элементарные риски**
  - *Трендовые риски*
- Трендовые риски определяются переходом тренда (возможно, модельного) некоторой климатической переменной в область, считающуюся областью неблагоприятных значений. Это может быть пояснено с помощью рис.1, где изображена некая абстрактная климатическая переменная и ее тренд





## 1.2. Вариационные риски

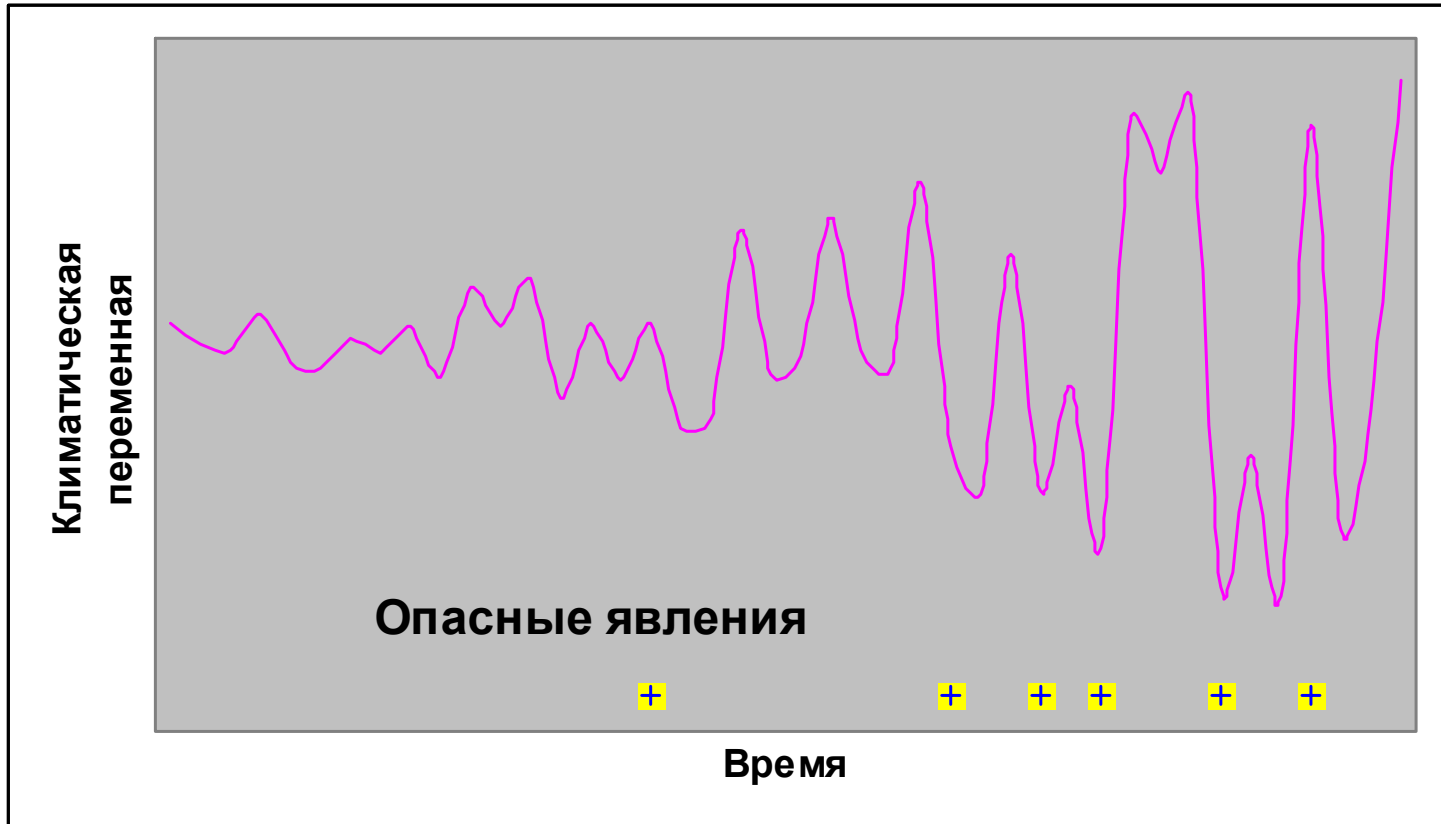
Вариационные риски определяются как риски связанные с увеличением межгодовой вариативности климатической переменной. Важным моментом является то, что тренд при этом может быть произвольным.





### 1.3. Риски опасных явлений

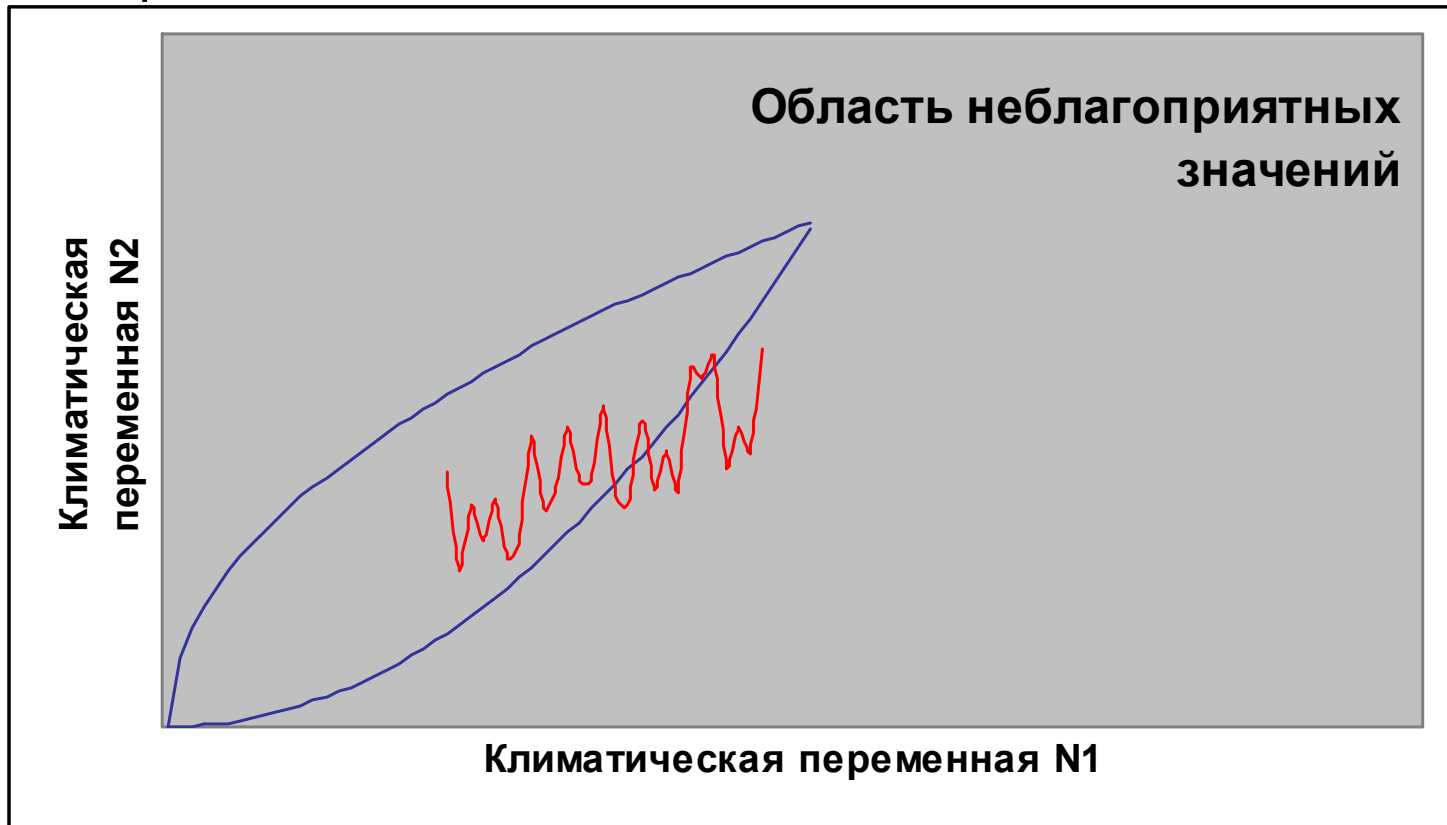
Риски опасных явлений – это, фактически, риски связанные с увеличением частоты опасных явлений, при этом сама климатическая переменная является лишь характеристикой, отражающей возникновение опасных явлений





## Многофакторные риски

Многофакторные риски возникают в ситуациях, когда область неблагоприятных значений определяется как минимум двумя климатическими переменными. Здесь представлен параметрический график (параметр – время) изменения двух климатических переменных с трендовым выходом в область неблагоприятных значений



Многофакторные риски могут быть классифицированы по одному из трех типов описанных выше.

# Методы оценки экономической полезности прогнозов на основе матриц потерь

## и статистических зависимостей

Построены статистические модели, дающие возможность рассчитать непрерывные значения функции потерь и на их основе определить **ПЭЭ** прогноза различных ОЯ для различных секторов экономики в различных регионах России.

	ТЭК	Сельск. хоз.	ЖКХ	Авто-трансп.	Морские порты	Связь
Ветер	0.36	0.32	0.42	-	0.43	0.37
Летние осадки	0.51	0.61	0.47	0.61	-	0.42
Зимние осадки	0.58	0.44	0.39	0.57	-	0.31
Град	-	0.64	0.56	-	-	-
Заморозки	-	0.58	-	-	-	-
Гололед	0.53	-	-	0.67	0.36	0.49
Сильные морозы	0.31	-	0.43	0.32	-	-

### Матрица потерь

$$\|S_{ij}\| = \begin{vmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{vmatrix}$$

$S_{11}$  – стоимость защитных мер

$S_{12}$  – прямые потери в случае пропусков ОЯ

$S_{21}$  – стоимость напрасно принятых защитных мер, когда ОЯ прогнозировалось, но не наблюдалось

$S_{22} = 0$  – потери при благоприятной погоде отсутствуют

$\|R_{ij}\|$  – матрица средних потерь потребителя

$\|F_{ij}\|$  – матрица интегральных издержек потребителя





<b>Область, республика, край</b>	<b>Экономический риск от очень сильного ветра (млн. руб.)</b>
<b>Московская</b>	<b>1 905,2</b>
<b>Краснодарский край</b>	<b>1 417, 4</b>
<b>Башкортостан</b>	<b>600, 4</b>
<b>Ленинградская</b>	<b>454, 2</b>
<b>Нижегородская</b>	<b>196, 2</b>
<b>Татарстан</b>	<b>154, 9</b>
<b>Пермский край</b>	<b>151, 1</b>
<b>Калининградская</b>	<b>131, 2</b>
<b>Тульская</b>	<b>86, 6</b>
<b>Самарская</b>	<b>84, 7</b>
<b>Волгоградская</b>	<b>70, 6</b>
<b>Карелия</b>	<b>50, 0</b>
<b>Курская</b>	<b>46, 0</b>
<b>Брянская</b>	<b>35, 5</b>
<b>Смоленская</b>	<b>32, 0</b>
<b>Новгородская</b>	<b>19, 4</b>
<b>Кабардино-Балкария</b>	<b>14, 6</b>
<b>Псковская</b>	<b>12, 0</b>
<b>Владимирская</b>	<b>10, 2</b>
<b>Астраханская</b>	<b>4, 7</b>



## ОСАДКИ

Среди отобранных городов абсолютный максимум осадков за последние 33 года зарегистрирован во Владивостоке – 243.5 мм в сутки, вероятность выпадения таких осадков менее 0.03. Там же отмечается и наибольшее среднее их количество и число дней с осадками критерия ОЯ – в среднем 9 в год в летний период. На втором и третьем месте расположились Иркутск и Екатеринбург, 114.2 и 84.1 мм/сутки соответственно и 7 дней в году в среднем с осадками критерия ОЯ. Если исключить Владивосток, то на первом и втором месте по количеству средних суточных осадков летом находятся Москва и Санкт-Петербург 2.16 и 2.03 мм/сутки соответственно. Таким образом, можно сделать вывод, что среднее суточное количество осадков летом никак не связано с величиной суточного экстремума и числом дней с осадками критерия ОЯ. Абсолютный максимум зимних осадков также отмечен во Владивостоке – 58.6 мм, но число дней в году с осадками критерия ОЯ наибольшее в Нижнем Новгороде – 8, а наибольшая величина средних суточных осадков зимой отмечается в Москве – 1.48 мм/сутки.



## Распределение летних осадков по городам.

	<b>Среднее</b>	<b>Ст. отклонен ие</b>	<b>максимум</b>	<b>% ОЯ</b>	<b>Дней в году с ОЯ</b>
<b>Владивосток</b>	3.13	9.98	243.5	4	9
<b>Волгоград</b>	1.08	3.73	71.1	2	5
<b>Екатеринбург</b>	1.81	4.69	84.1	3	7
<b>Иркутск</b>	1.75	5.28	114.2	3	7
<b>Москва</b>	2.16	4.98	61.5	2	5
<b>Н. Новгород</b>	1.97	4.62	60.7	2	5
<b>Саратов</b>	1.29	3.98	81.0	1	2
<b>Санкт- Петербург</b>	2.03	4.55	69.0	1	2
<b>Томск</b>	1.76	4.00	80.5	1	2



## Распределение зимних осадков по городам.

	среднее	Ст. отклонение	максимум	% ОЯ	Дней в году с ОЯ
<b>Владивосток</b>	0.57	2.73	58.6	4	5
<b>Волгоград</b>	1.16	2.69	30.4	5	6
<b>Екатеринбург</b>	0.74	1.85	27.7	3	4
<b>Иркутск</b>	0.41	1.00	10.8	1	1
<b>Москва</b>	1.48	2.52	23.2	6	7
<b>Н. Новгород</b>	1.46	2.55	39.2	8	9
<b>Саратов</b>	1.21	2.76	26.0	5	6
<b>Санкт- Петербург</b>	1.37	2.43	28.0	7	8
<b>Томск</b>	1.05	1.86	17.4	5	6



## Вероятный ущерб от летних осадков по городам и секторам экономики (млн. рублей) в год\*.

	Энергетика	ЖКХ	Транспорт	Связь	Суммарный ущерб
<b>Владивосток</b>	411	542	345	387	1685
<b>Волгоград</b>	342	432	294	270	1338
<b>Екатеринбург</b>	374	467	332	298	1471
<b>Иркутск</b>	408	512	322	365	1607
<b>Москва</b>	464	543	453	432	1892
<b>Н. Новгород</b>	334	427	354	265	1380
<b>Саратов</b>	358	397	287	276	1318
<b>Санкт-Петербург</b>	442	494	385	374	1695
<b>Томск</b>	332	412	276	261	1281
<b>Сумма</b>	3465	4226	3048	2928	13667



## Вероятный ущерб от зимних осадков по городам и секторам экономики (млн. рублей) в год\*.

	Энергетика	ЖКХ	Транспорт	Связь	Суммарный ущерб
<b>Владивосток</b>	162	103	94	125	484
<b>Волгоград</b>	138	73	72	102	385
<b>Екатеринбург</b>	80	52	58	65	255
<b>Иркутск</b>	16	9	11	9	45
<b>Москва</b>	147	77	94	105	423
<b>Н. Новгород</b>	234	126	117	146	623
<b>Саратов</b>	121	64	73	90	348
<b>Санкт-Петербург</b>	162	95	112	123	492
<b>Томск</b>	74	42	58	62	236
<b>Сумма</b>	1134	641	689	827	3291





- **В значениях летних осадков временных трендов не выявлено, однако в зимних осадках в Санкт-Петербурге, Владивостоке, Екатеринбурге, Нижнем Новгороде и Томске отмечаются положительные тренды, выраженные в возрастании значений экстремумов. Средние значения летних и зимних осадков наибольшие в двух крупнейших городах России: Москве и Санкт-Петербурге. Это может быть следствием большого количества ядер конденсации (пыли), присущего крупным городам. Изменчивость летних осадков наибольшая во Владивостоке, там же экстремум более чем в два раза превосходит экстремумы в остальных городах. Изменчивость зимних осадков практически во всех городах одинакова, а экстремумы и средние наименьшие в Сибири.**



- **Риски ущербов от летних осадков распределились следующим образом:**
- **Москва** – вероятный ущерб **1 млрд. 892** млн. рублей\*;
- **Санкт-Петербург** – вероятный ущерб **1 млрд. 695** млн. рублей;
- **Владивосток** – вероятный ущерб **1 млрд. 685** млн. рублей;
- **Иркутск** – вероятный ущерб **1 млрд. 607** млн. рублей;
- **Екатеринбург** – вероятный ущерб **1 млрд. 471** млн. рублей;
- **Нижний Новгород** – вероятный ущерб **1 млрд. 380** млн. рублей;
- **Волгоград** – вероятный ущерб **1 млрд. 338** млн. рублей;
- **Саратов** – вероятный ущерб **1 млрд. 318** млн. рублей;
- **Томск** – вероятный ущерб **1 млрд. 281** млн. рублей;
  
- **Во всех городах наиболее уязвимым от летних осадков является жилищно-коммунальное хозяйство.**



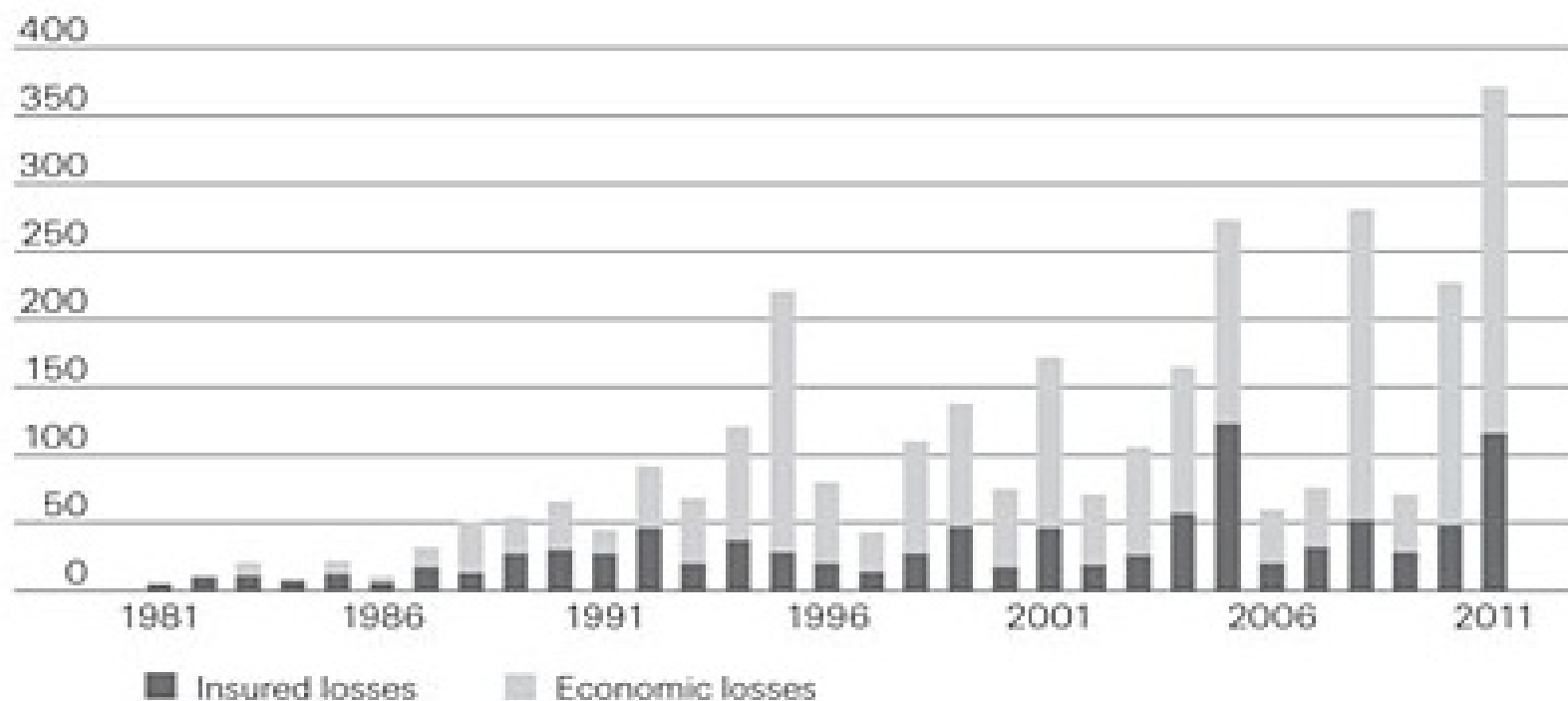
## Риски ущербов от зимних осадков:

- **Нижний Новгород** – вероятный годовой ущерб **623** млн. рублей;
  - **Санкт-Петербург** – вероятный ущерб **492** млн. рублей;
  - **Владивосток** – вероятный ущерб **484** млн. рублей;
  - **Москва** – вероятный ущерб **423** млн. рублей;
  - **Волгоград** – вероятный ущерб **385** млн. рублей;
  - **Саратов** – вероятный ущерб **348** млн. рублей;
  - **Екатеринбург** – вероятный ущерб **255** млн. рублей;
  - **Томск** – вероятный ущерб **236** млн. рублей;
  - **Иркутск** – вероятный ущерб **45** млн. рублей.
- 
- **Во всех городах наиболее уязвимой от зимних осадков является энергетика.**



## Размер глобальных экономических потерь с 1981 по 2011 гг. - застрахованных (темный цвет) и не застрахованных (серый) в \$млрд.

Economic losses versus insured losses, 1981-2011



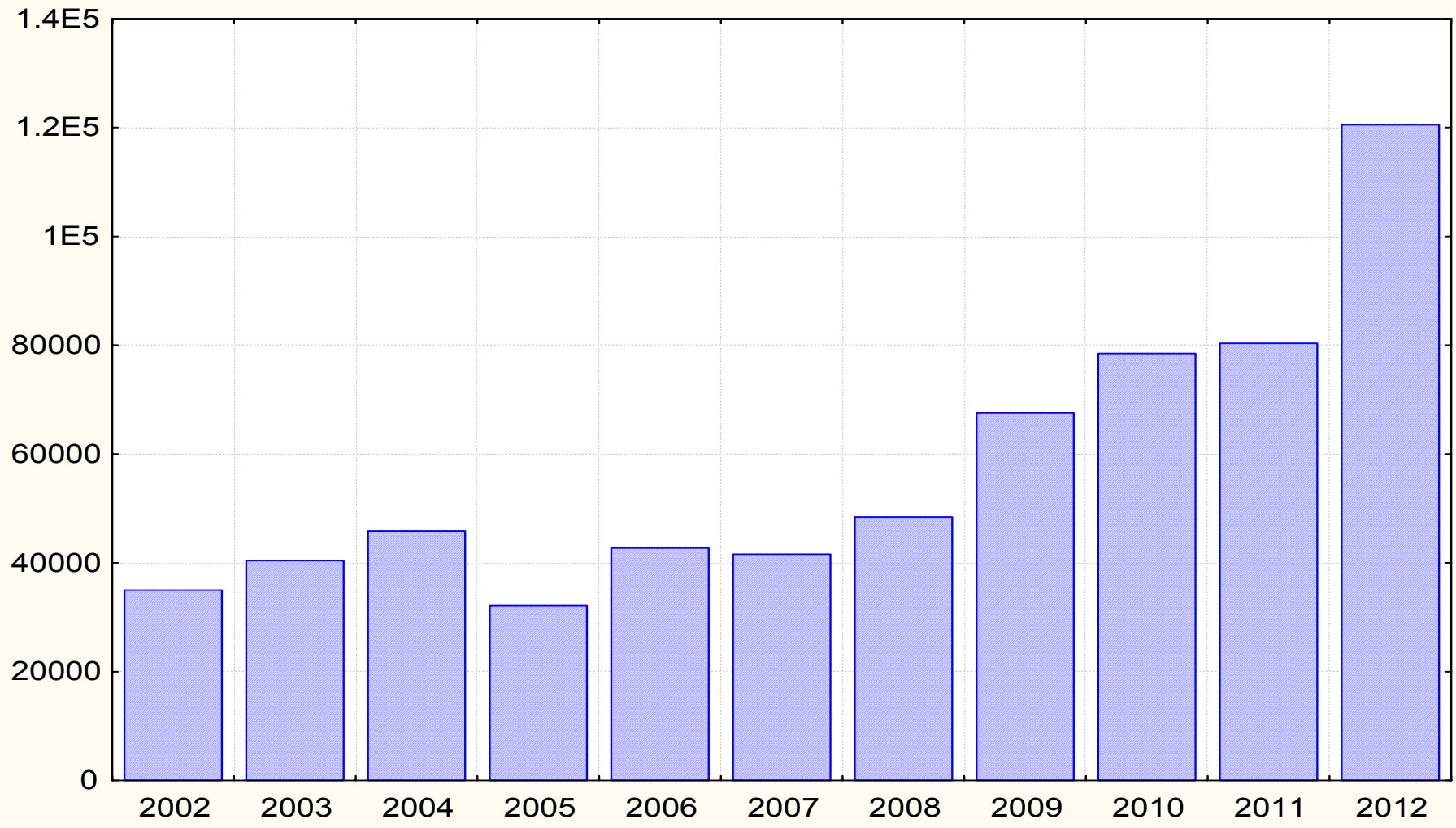
Sources: Swiss Re Economic Research & Consulting



**10 природных катастроф в России, нанесших наибольший экономический ущерб, ранжированных по величине ущерба:**  
(источник: "EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database  
[www.em-dat.net](http://www.em-dat.net) - Université Catholique de Louvain - Brussels - Belgium")

<b>Природное бедствие</b>	<b>Дата</b>	<b>Ущерб (\$)</b>
<b>Лесные пожары</b>	<b>Июль 2010</b>	<b>1 800 000 000</b>
<b>Засуха</b>	<b>Апрель 2010</b>	<b>1 400 000 000</b>
<b>Засуха</b>	<b>Июнь 2012</b>	<b>1 140 000 000</b>
<b>Сильные морозы</b>	<b>Январь 2006</b>	<b>1 000 000 000</b>
<b>Наводнение</b>	<b>11.07.2012</b>	<b>600 000 000</b>
<b>Наводнение</b>	<b>08.08. 2002</b>	<b>500 000 000</b>
<b>Наводнение</b>	<b>19.06.2002</b>	<b>443 000 000</b>
<b>Сейсмическая активность</b>	<b>02.08.2007</b>	<b>420 000 000</b>
<b>Сильная жара</b>	<b>Июнь 2010</b>	<b>400 000 000</b>
<b>Лесные пожары</b>	<b>20.07.1998</b>	<b>270 000 000</b>

Экономический ущерб в целом по России (авт. обработка данных) с 2002 по 2012 гг. в млрд. рубл.



**В настоящее время размер ущерба по метеорологическим причинам достигает 1% ВВП России**