



**Федеральная служба по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды**



**ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ  
ОБСЕРВАТОРИЯ  
им. А. И. ВОЕЙКОВА**

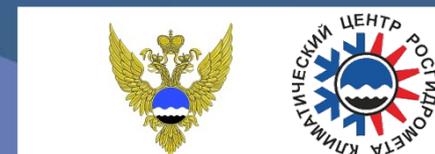
*Год основания 1849*



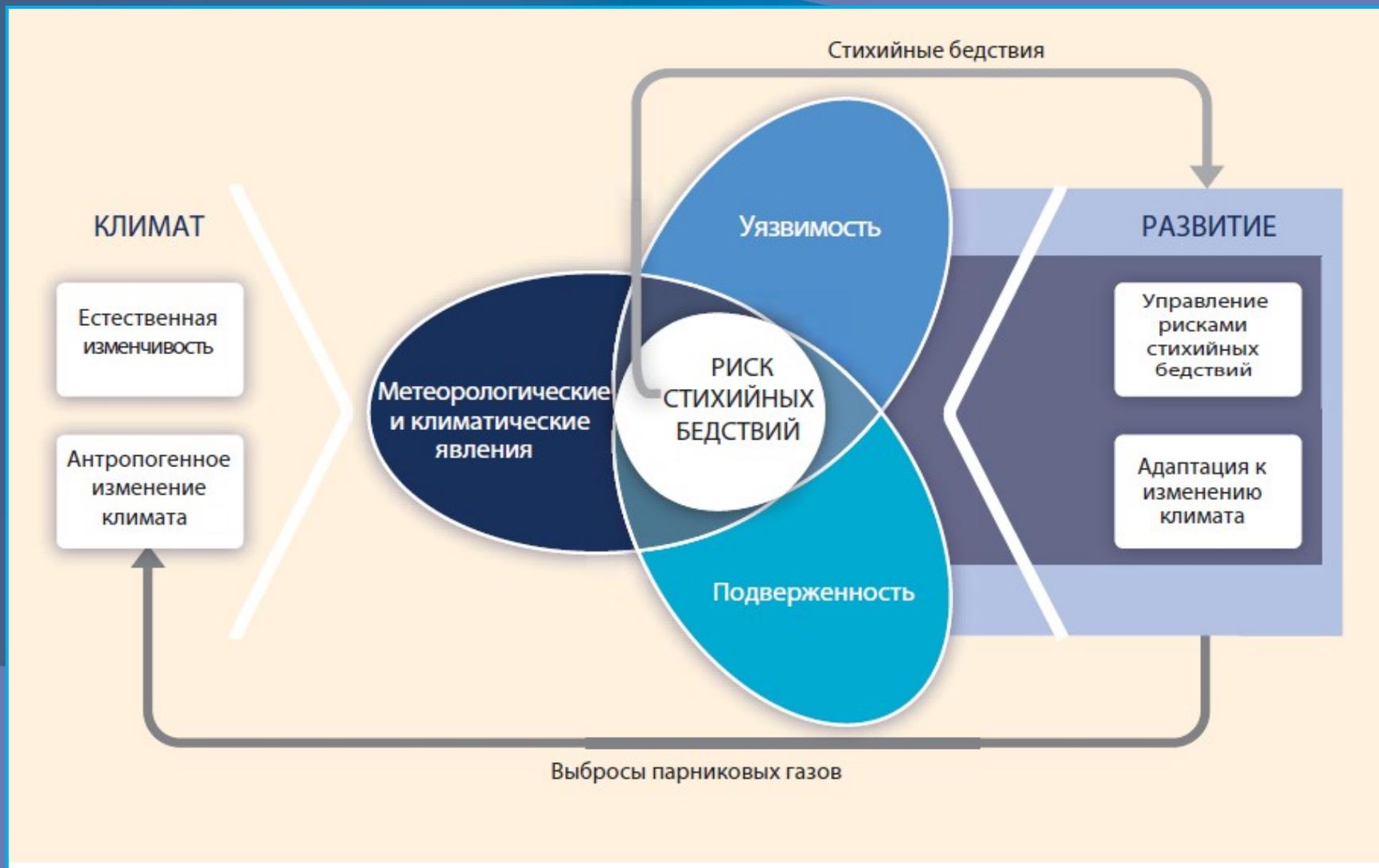
# Российский и международный опыт оценки и управления климатическими рисками

Е.М. Акентьева

Региональное консультационное совещание ВМО  
по климатическому обслуживанию в Северной Евразии.  
Сочи, 19-20 октября 2015 г.



# Структура погодно-климатического риска (SREX, 2012)





# Ключевые погодно - климатические риски

- **Риск гибели, увечий** или уничтожения средств к существованию в низменных прибрежных зонах и на малых островах, вызванный прибрежным наводнением и повышением уровня моря.
- **Риск ухудшения здоровья** и дестабилизации средств к существованию для городского населения, вызванный наводнением в материковой части некоторых регионов.
- Систематические риски, вызванные **экстремальными метеорологическими явлениями** и ведущие к нарушению функционирования инфраструктуры.
- **Риск смертности и заболеваемости** в течение периодов экстремальной жары, особенно для уязвимых групп городского населения.
- **Риск отсутствия продовольственной безопасности**, связанный с засухой, наводнением, изменчивостью осадков и экстремальными осадками.
- Риск потери средств к существованию на селе и дохода из-за **недостаточного доступа к питьевой воде и воде для ирригации**, а также **снижения продуктивности сельского хозяйства**.
- Риск утраты морских и прибрежных экосистем, биоразнообразия, экосистемных товаров, функций и услуг, которые они обеспечивают в качестве **средств к существованию** в прибрежных зонах, особенно в тропиках и в Арктике.

# Итеративный подход к управлению рисками и разработке адаптации





**Представление  
об опасных  
явлениях**

## УЯЗВИМОСТЬ СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ

**Характеристики  
опасных  
явлений  
(частота,  
интенсивность,  
площадь охвата и  
т.д.)**

**Восприимчивость  
(вероятность  
понести ущерб)**

1. Общественная инфраструктура
2. Жилищные условия
3. Демографическая структура и уровень занятости населения
4. Уровень бедности
5. Экономический потенциал и распределение доходов

**Реагирование  
(способность  
минимизировать  
негативные  
последствия)**

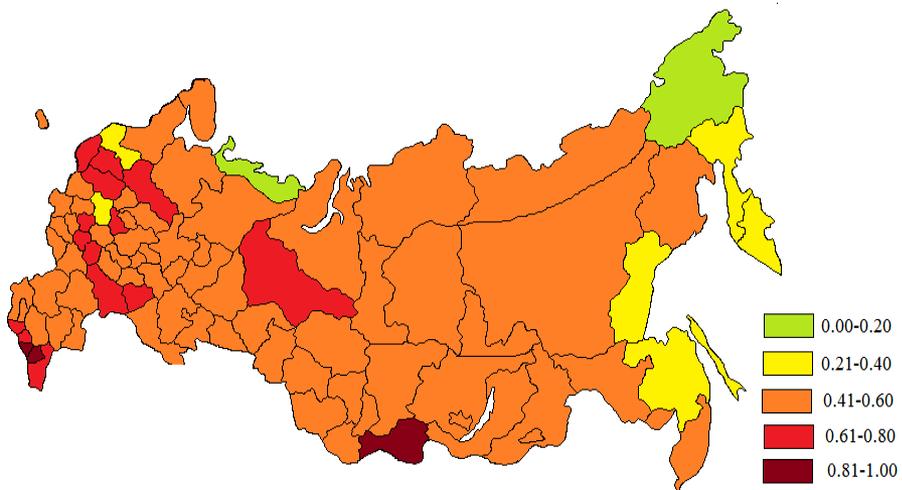
1. Эффективность работы органов власти
2. Готовность к бедствиям и раннее предупреждение
3. Медицинские услуги
4. Ресурсы покрытия ущерба

**Потенциал  
адаптации  
(долгосрочные  
стратегии  
экономических и  
социальных  
изменений)**

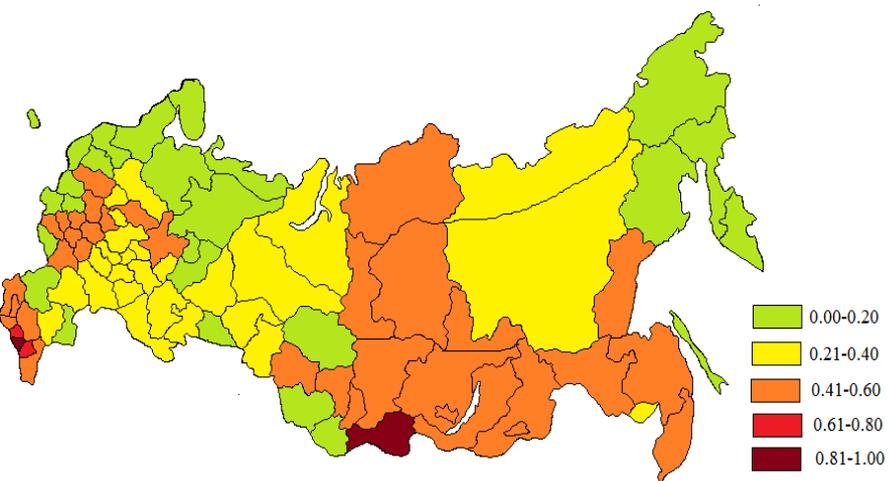
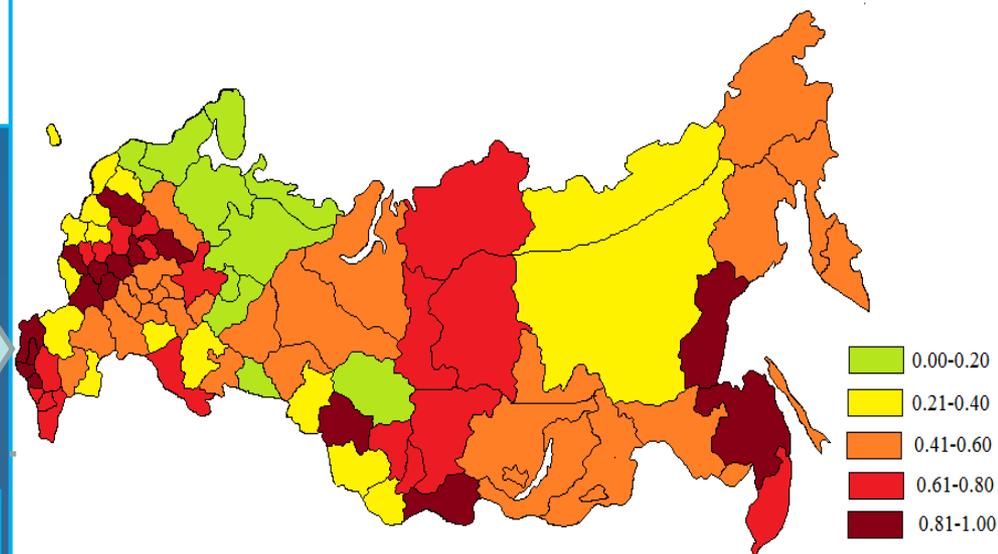
1. Инвестиции в образование и науку
2. Инновационная активность
3. Защита экосистем
4. Наличие стратегий адаптации



Уязвимость социальной сферы (включая восприимчивость, реагирование и потенциал адаптации)



Суммарная повторяемость опасных явлений (наводнений, сильных ветров и лесных пожаров)



Итоговый риск от опасных явлений для социальной сферы РФ.



# Матрица геолого-климатических рисков для Санкт-Петербурга

(проект CiPLivE (Climate Proof Living Environment))

Климатически устойчивая среда обитания, 2007-2013 гг.)

ГЛАВНАЯ  
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ  
ОБСЕРВАТОРИЯ  
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА

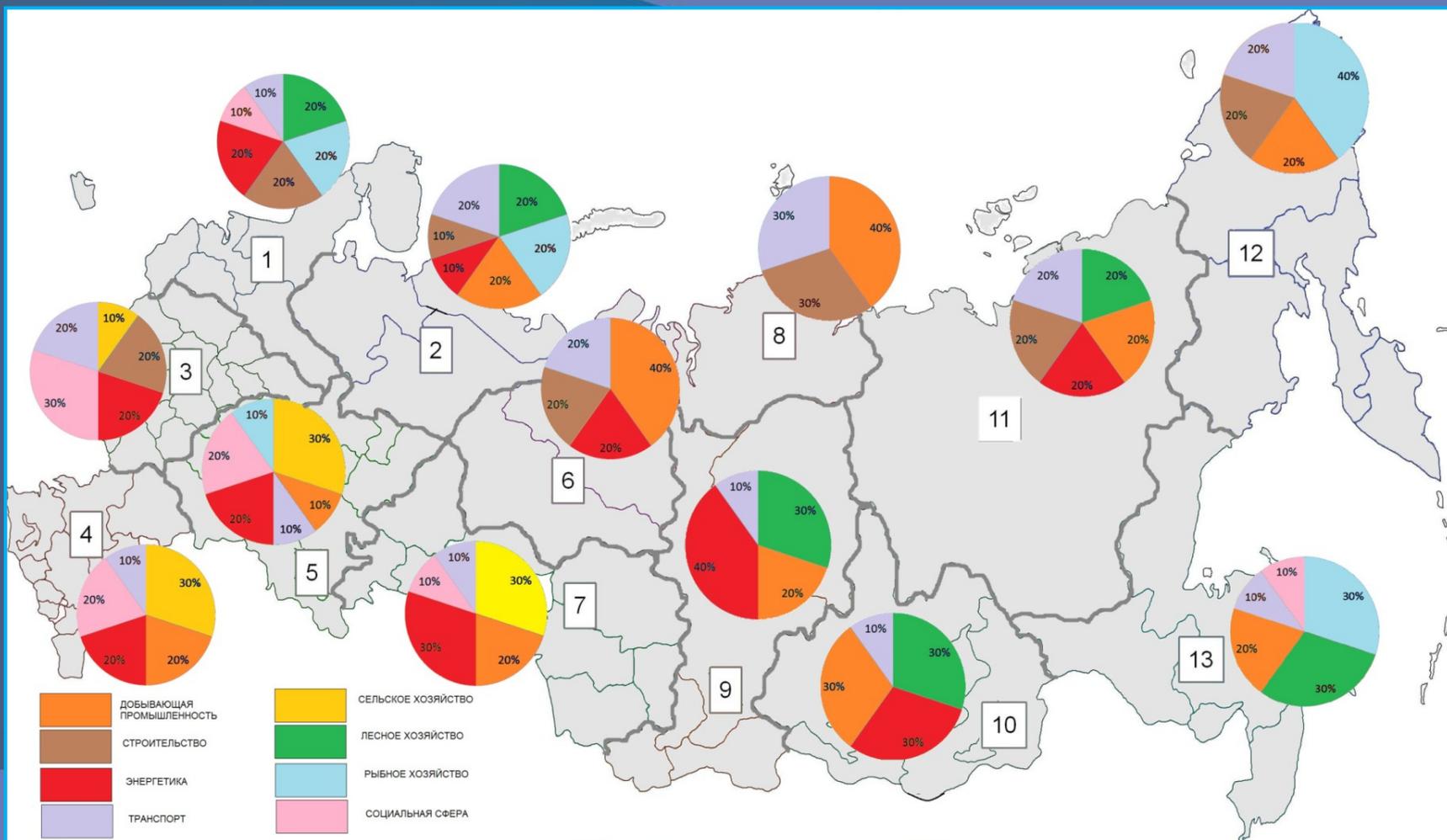


| Потенциальный риск   |  | Факторы риска                         |                     |                  |   |                                  |                               |                               |                                   |                              |         |                          |                   |    |    |    |    |
|--|--|---------------------------------------|---------------------|------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------|--------------------------|-------------------|----|----|----|----|
|  |  | Глубина залегания надежного основания | Образование биосыра | Береговая эрозия |   | Затопление поверхностными водами | Подтопление грунтовыми водами | Подтопление подземными водами | Карстовые и суффляционные явления | Неотектоника                 | Паводки | Радионуклидная опасность | Уклон поверхности |    |    |    |    |
|  |  | Глубина залегания                     | Условия             | Процессы         |   | Уровень                          | Уровень                       | Соотношение уровня и мощности | Парада                            | Наличие неотектонических зон | Наличие | Уровень опасности        | Уклон             |    |    |    |    |
| 1  | 2  | 3                                     | 4                   | 5                | 6 | 7                                | 8                             | 9                             | 10                                | 11                           | 12      | 13                       | 14                | 15 | 16 |    |    |
| <p>Потенциально низкий риск для данного вида использования территории, меры по управлению рисками не требуются</p> <p>Потенциально умеренный риск для данного вида использования территории, рекомендуются мероприятия по управлению рисками</p> <p>Потенциально высокий риск для данного вида использования территории, требуются меры по управлению рисками.</p> <p>Потенциально очень высокий риск для данного вида использования территории, меры по управлению рисками обязательны.</p> | 1  | 2                                     | 3                   | 4                | 5 | 6                                | 7                             | 8                             | 9                                 | 10                           | 11      | 12                       | 13                | 14 | 15 | 16 |    |
|  | 1  | 2                                     | 3                   | 4                | 5 | 6                                | 7                             | 8                             | 9                                 | 10                           | 11      | 12                       | 13                | 14 | 15 | 16 |    |
|  | 1  | 2                                     | 3                   | 4                | 5 | 6                                | 7                             | 8                             | 9                                 | 10                           | 11      | 12                       | 13                | 14 | 15 | 16 |    |
|  | 1  | 2                                     | 3                   | 4                | 5 | 6                                | 7                             | 8                             | 9                                 | 10                           | 11      | 12                       | 13                | 14 | 15 | 16 |    |
| Зоны инженерной и транспортной инфраструктуры  | Объекты воздушного транспорта  | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Магистраль городского и районного значения                                   | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Объекты инженерной и транспортной инфраструктуры                             | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Объекты водного транспорта   | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Общественно-деловые зоны   | Объекты железнодорожного транспорта  | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Общественно-деловые зоны   | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Жилые зоны   | Объекты здравоохранения, культуры, образования, научные и религиозные центры | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Малоэтажная многоквартирная жилая застройка                                  | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Застройка индивидуальными жилыми домами                                      | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Производственные зоны  | Средне- и многоэтажная многоквартирная жилая застройка                       | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Предприятия 2-3 класса опасности (сан. зона 500 и 300м)                      | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Рекреационные зоны   | Предприятия 4-5 класса опасности (сан. зона 100 и 50м)                       | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Леса и лесопарки   | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Зеленые насаждения общего пользования  | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Открытые спортивные площадки и пляжи   | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Сельскохозяйственные зоны  | Исторические парки   | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Сельскохозяйственные земли   | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Зоны специального назначения   | Кладбища и крематории  | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Зоны размещения отходов производства и потребления                           | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | Другие   | 1                                     | 2                   | 3                | 4 | 5                                | 6                             | 7                             | 8                                 | 9                            | 10      | 11                       | 12                | 13 | 14 | 15 | 16 |

информация, являющаяся государственной тайной

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

ГЛАВНАЯ  
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ  
ОБСЕРВАТОРИЯ  
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА



1. Северо-Западный ФО (запад); 2. Северо-Западный ФО (восток); 3. Центральный ФО; 4. Южный ФО; 5. Приволжский ФО; 6. Уральский ФО (север); 7. Уральский ФО (юг) и Сибирский ФО (юго-запад); 8. Сибирский ФО (север); 9. Сибирский ФО, центр и юг; 10. Сибирский ФО (юго-восток); 11. Дальневосточный ФО (северо-запад и центр); 12. Дальневосточный ФО, северо-восток; 13. Дальневосточный ФО, юго-восток.



## Количественная оценка экономического риска

$$R_{\text{эк}} = A \cdot p \cdot (s/S) \cdot t \cdot m \cdot k,$$

*R<sub>эк</sub>* – экономический риск

A – цена риска, руб. (доля ВВП на одного человека)

p – вероятность опасного или неблагоприятного явления

t – средняя продолжительность опасных явлений (ОЯ) или неблагоприятных условий погоды (НУП),

m – численность населения

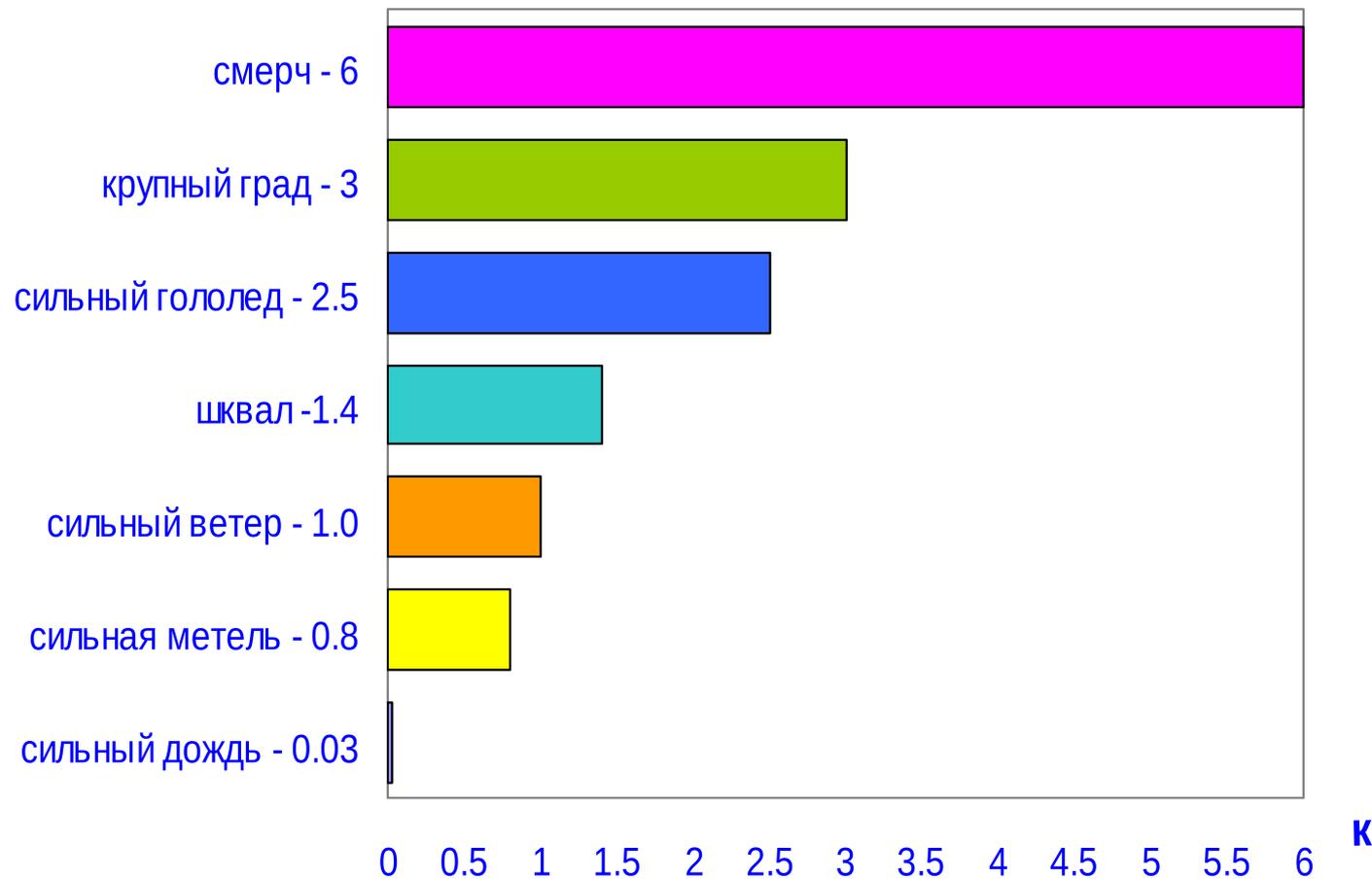
s - средняя площадь охвата ОЯ, S – площадь территории

*Для отдельного объекта*

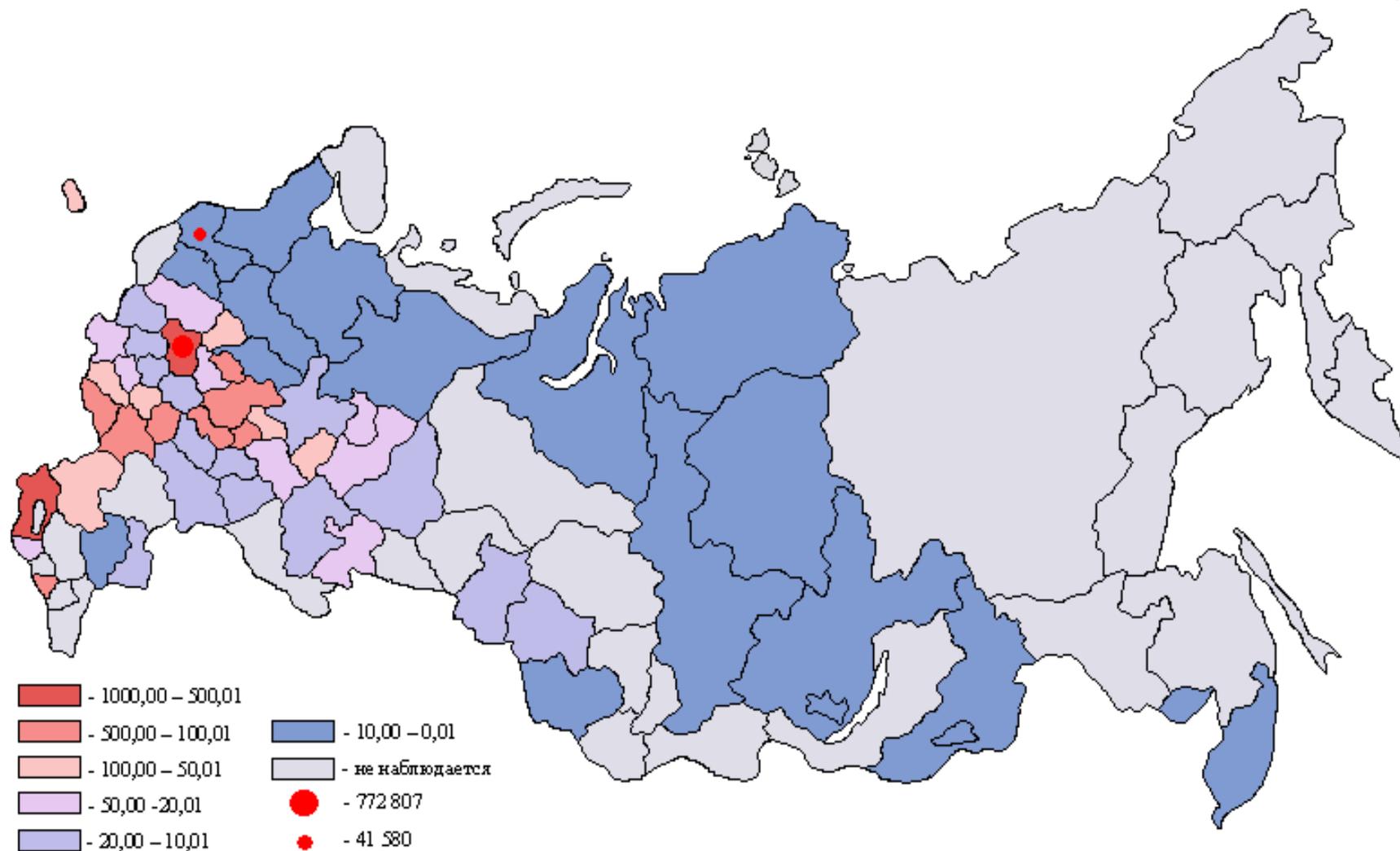
$$R_{\text{объекта}} = p \cdot (s_i/S) \cdot (s/S) \cdot t \cdot m \cdot k$$

*s<sub>i</sub>* – площадь реципиента

# Коэффициент агрессивности опасных явлений



# Экономический риск от смерчей (тыс.руб. на 1тыс.кв.км)





## Расчет риска от смерчей для оценки опасности при модернизации и строительстве новых энергоблоков АЭС



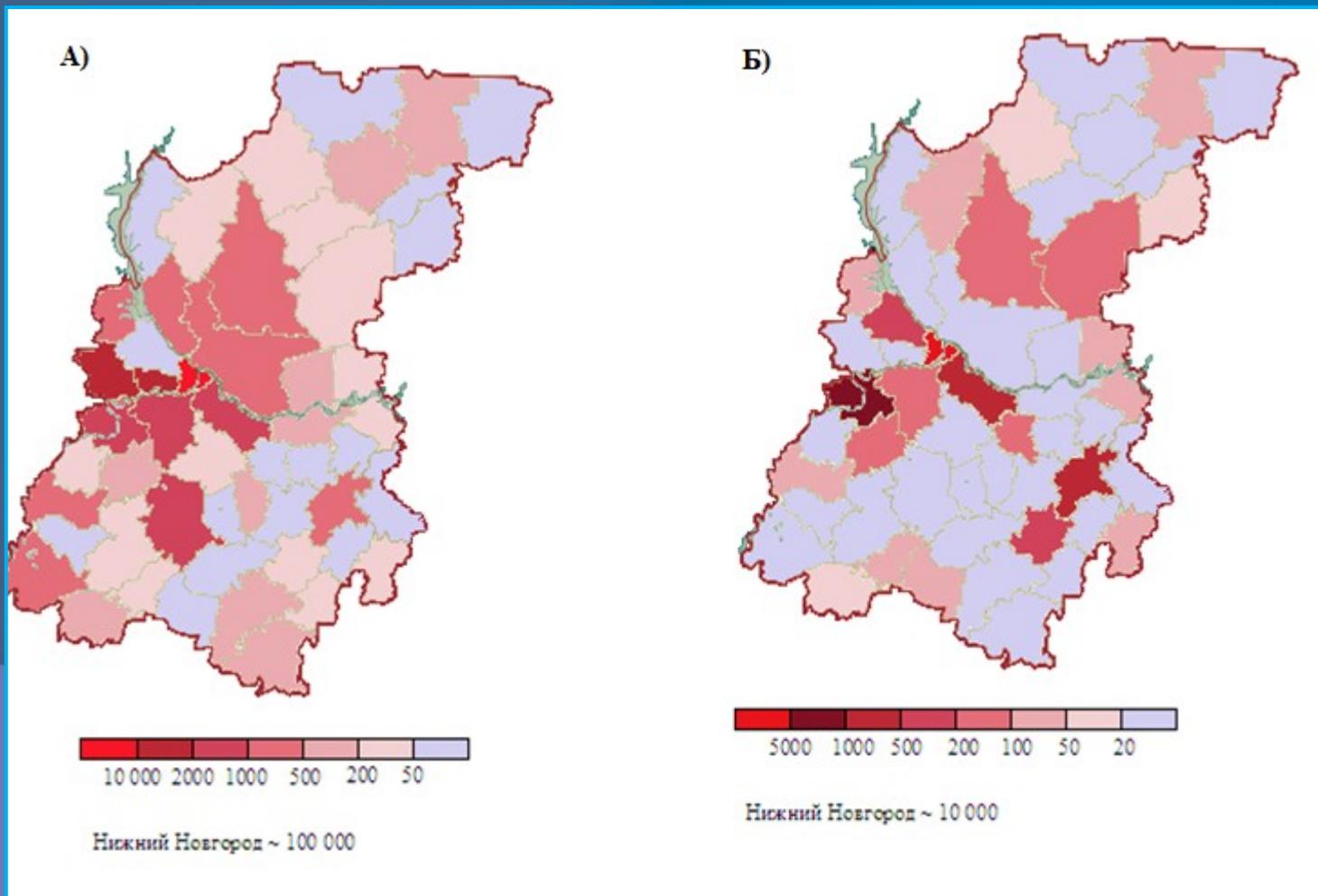
Ленинградская АЭС



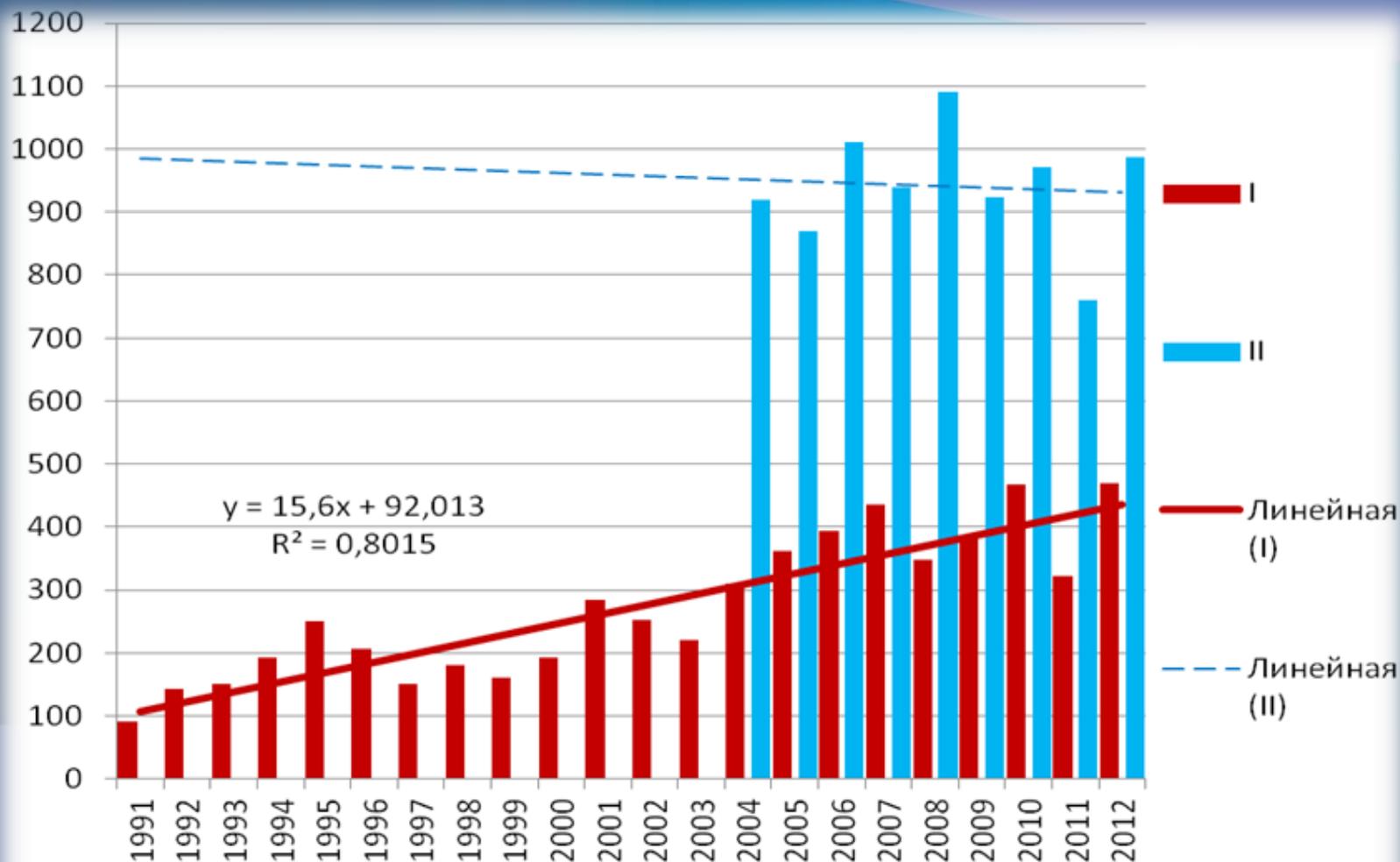
Волгодонская АЭС



# Экономический риск (тыс. руб. на 100 кв. км), создаваемый очень сильным дождем (а) и снегопадом (б), в районах Нижегородской области



# Изменение числа опасных явлений, вызвавших экономические ущербы, (I) и общего числа опасных явлений (II) на территории России с 1991 по 2012 гг.



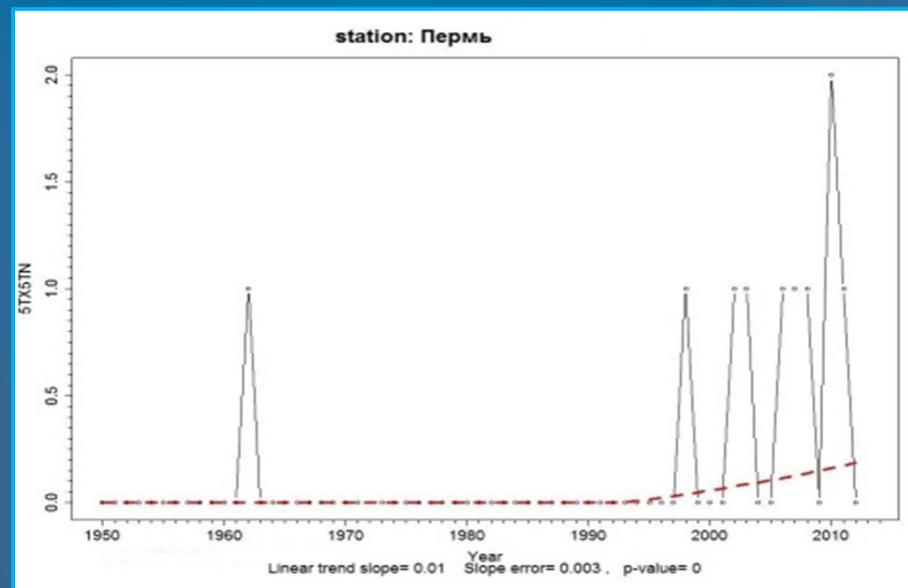
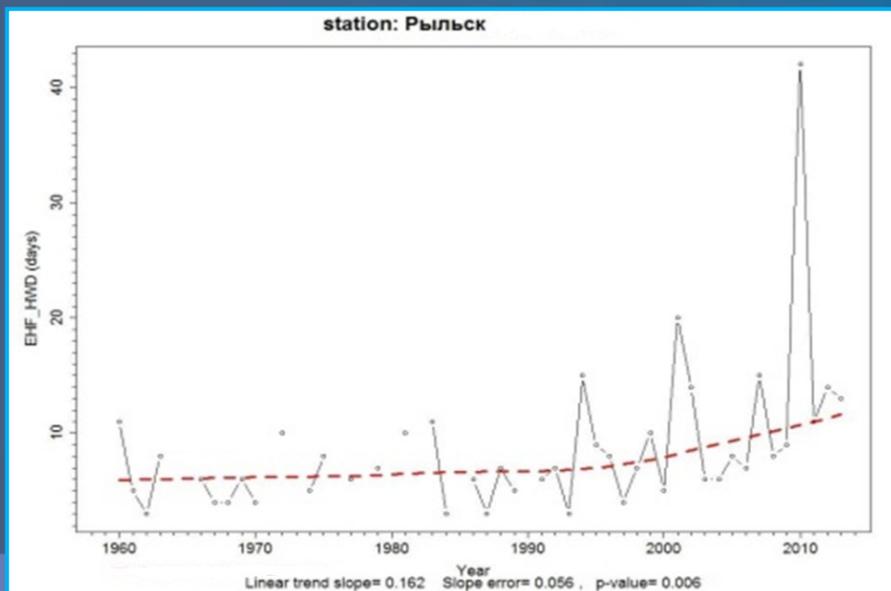
# Программный продукт ClimРАСТ

разработан экспертной группой по климатическим рискам и климатическим индексам для конкретных секторов Комиссии по климатологии ВМО для оценок влияния изменения и изменчивости климата на приоритетные сектора ГРОКО

ГЛАВНАЯ  
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ  
ОБСЕРВАТОРИЯ  
им. А.И.ВОЕЙКОВА



Примеры индексов ClimРАСТ для оценки рисков надежной работы АЭС и ТЭС на территории регионов РФ

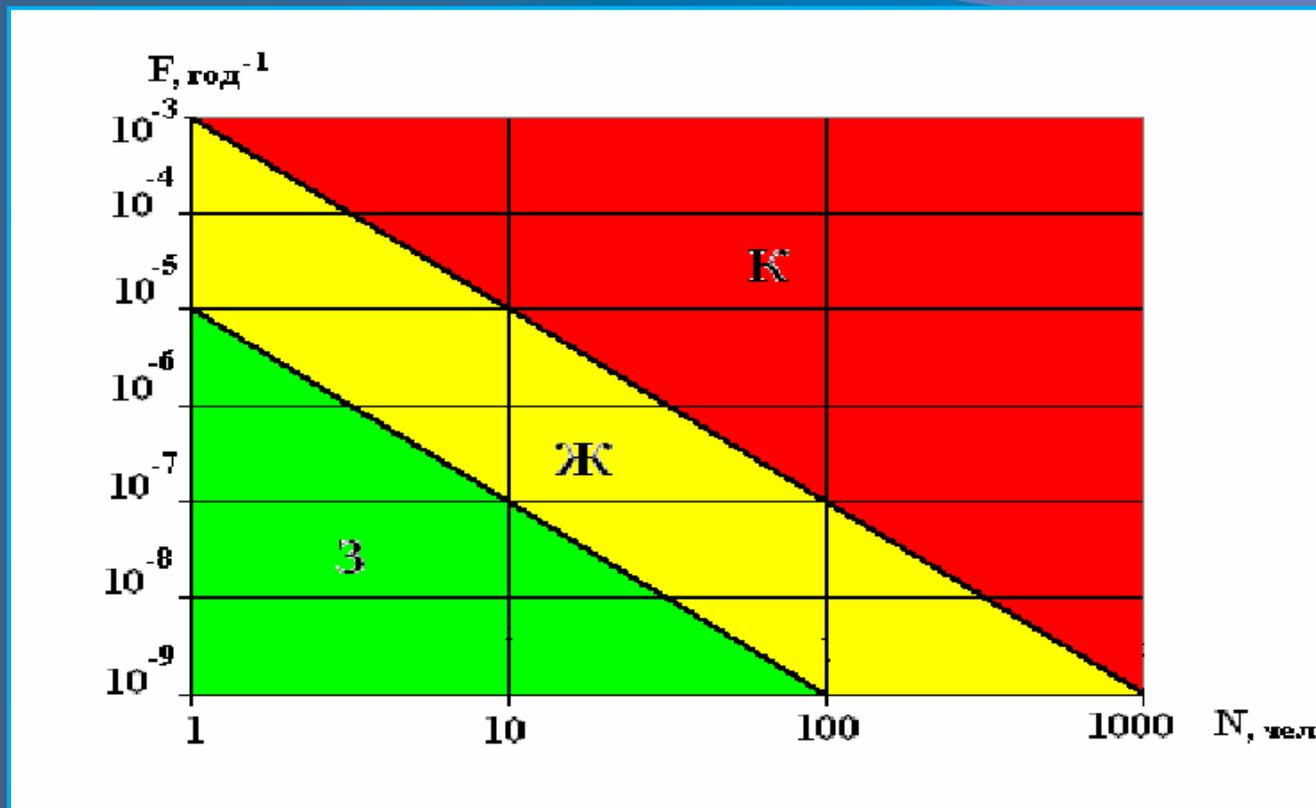


Изменение продолжительности самой длинной волны тепла (МС Рыльск, Центрально-Черноземный район), дни

Изменение числа периодов, когда последовательно отмечалось не менее 5 суток с макс. и мин. температурой выше 95% обеспеченности, рассчитанной для наиболее жаркой пятидневки (МС Пермь, Уральский район)



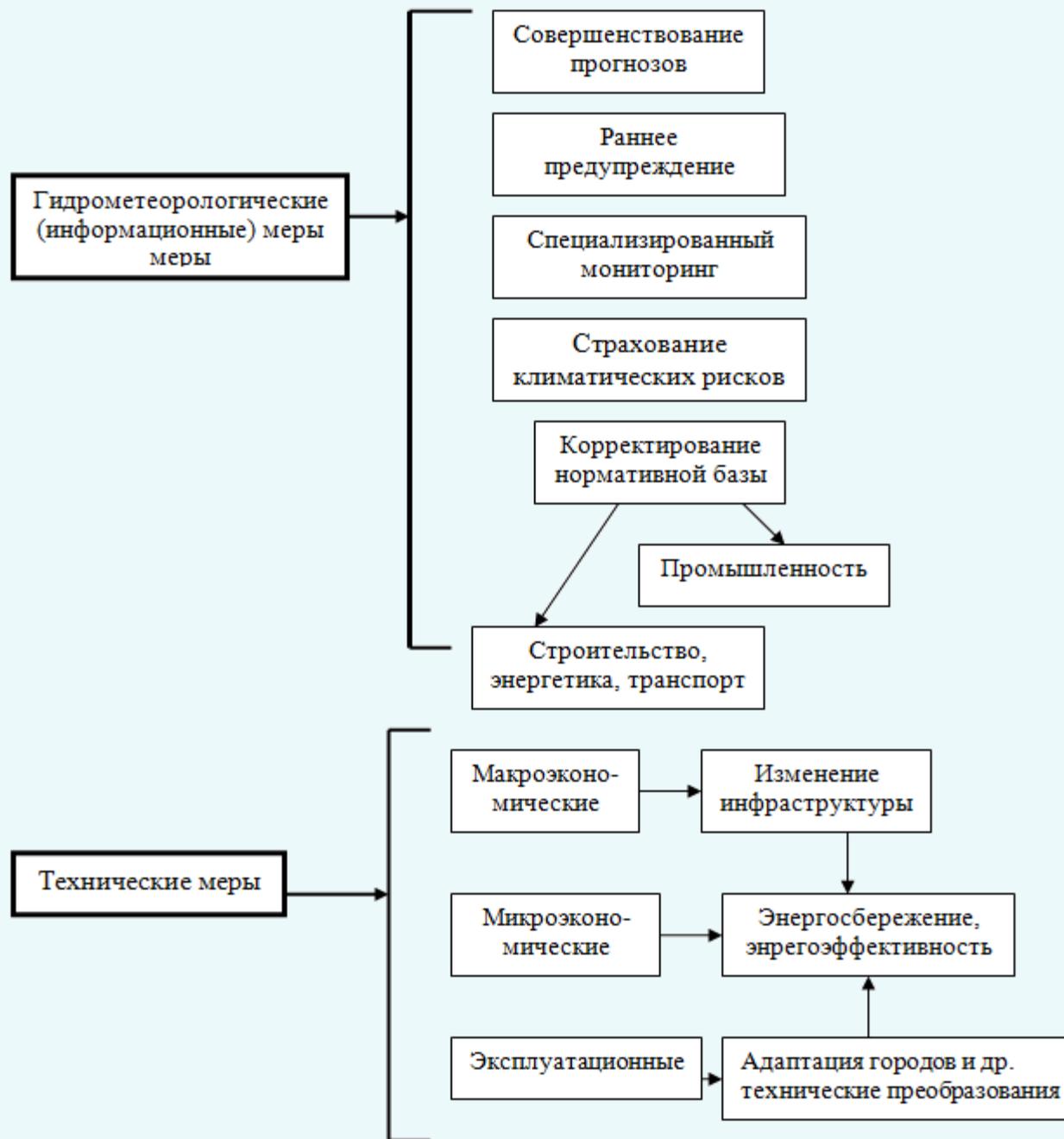
## Оценка допустимости риска



$F$  - частота аварий;  $N$  – число погибших в аварии;  $К$  – область чрезмерных рисков;  $Ж$  - область приемлемых рисков;  $З$  - область пренебрежимых рисков



## Классификация адаптационных мероприятий





## Методы экономической оценки адаптационных мер

- анализ затрат и выгод (в случаях, когда и те и другие известны и могут быть представлены в денежном выражении);
- анализ реальных опционов (выбор наиболее рациональной меры адаптации с учетом приспособляемости объекта). Метод учитывает неопределенность в отношении будущих воздействий изменения климата и изменяющуюся степень приспособляемости объектов инфраструктуры к изменению климата;
- анализ экономической эффективности затрат (снижения уровня риска до допустимых значений при минимальных затратах);
- анализ по множеству критериев (одновременно применяются различные балльные оценки: экономические, технические, экологические, финансовые, социальные, которые взвешиваются по значимости).

# РУКОВОДСТВО

ГЛАВНАЯ  
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ  
ОБСЕРВАТОРИЯ  
им. А.И.ВОЕЙКОВА



по разработке отраслевых методов расчета рисков и оценки последствий климатических изменений для целей формирования отраслевых, ведомственных, региональных и территориальных планов адаптации к изменениям климата.

1. Определение факторов риска и критических границ их изменения.
2. Совместный анализ изменения факторов риска и климатообусловленных ущербов для современного климата.
3. Определение последствий изменений климата для объекта (отрасли)
4. Количественные оценки климатических воздействий, требующих принятия адаптационных мер.
5. Оценка рисков
6. Оценка допустимости рисков
7. Согласование методики
8. Применение методики расчета рисков и оценки последствий климатических изменений для целей формирования отраслевых, ведомственных, региональных и территориальных планов адаптации к изменениям климата (анализ вариантов адаптационных мер, оценка ресурсов для адаптации, составление и согласование планов адаптации).

# Пути дальнейшего улучшения оценки и управления погодно-климатическими рисками



- Создание баз надежных данных об ущербах, вызванных метеорологическими и климатическими явлениями определенной интенсивности, на локальном и национальном уровне с тем, чтобы в дальнейшем создавать модели воздействия для вероятностной оценки риска
- Дальнейшее развитие климатического моделирования с целью получения климатических характеристик большего пространственного и временного разрешения
- Развитие статистического аппарата, позволяющего адекватно использовать информацию о будущем климате в оценках погодно-климатических рисков
- Предоставление потребителям информации о неопределенности климатических данных в наглядной и понятной для них форме
- Уменьшение уязвимости и подверженности к уже существующей изменчивости климата, как первый шаг в управлении рисками для адаптации к будущему климату
- Учитывая значительную неопределенность в отношении будущих климатических и социально-экономических условий, основное внимание должно уделяться беспроектной адаптации (совершенствование систем раннего предупреждения, страхование, актуализация нормативных документов и т.д.)



Спасибо