



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЫ ЭКОНОМИКИ

(Using of climate information for servicing of Technical
Sphere)

Н.В. Кобышева, Е.М. Акентьева, А.А. Петерс

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова
Санкт-Петербург. Россия

kobyshnv@main.mgo.rssi.ru



Глобальная рамочная основа климатологического обслуживания (Global Framework for Climate Services)

задумана как комплексная система исследований, информации и действий, состоящая из пяти основных компонентов:

- 1)- метеорологические наблюдения и мониторинг климата;
- 2)- научные исследования: моделирование, предсказание и воздействие;
- 3)- информационная система климатологического обслуживания;
- 4)- платформа взаимодействия с пользователями;
- 5)- наращивание потенциала климатологического обслуживания.



Метод оценки доверия климатическому прогнозу (Assessment of climate projection credibility)

Свидетельство о государственной регистрации
№2012615440, 2012

Галюк Л.П., Кобышева Н.В., Рыбалко Н. Оценка риска доверия климатическому прогнозу методом нечеткой логики. Труды ГГО, вып.564. СПб 2011, с.155-165



Распределение Парето (Pareto distribution)

$$F(x) = \begin{cases} 1 - (1 - kx/a)^{1/k} \\ 1 - \exp(-x/a) \end{cases} \quad \begin{matrix} 1 - kx/a \geq 0, k \neq 0, a > 0 \\ x \geq 0, k = 0, a > 0 \end{matrix}$$

$$a = \frac{\mu}{2} \left(\frac{\mu^2}{\sigma^2} + 1 \right), \quad k = \frac{1}{2} \left(\frac{\mu^2}{\sigma^2} - 1 \right)$$

μ – математическое ожидание x ,
 σ – среднее квадратическое отклонение x

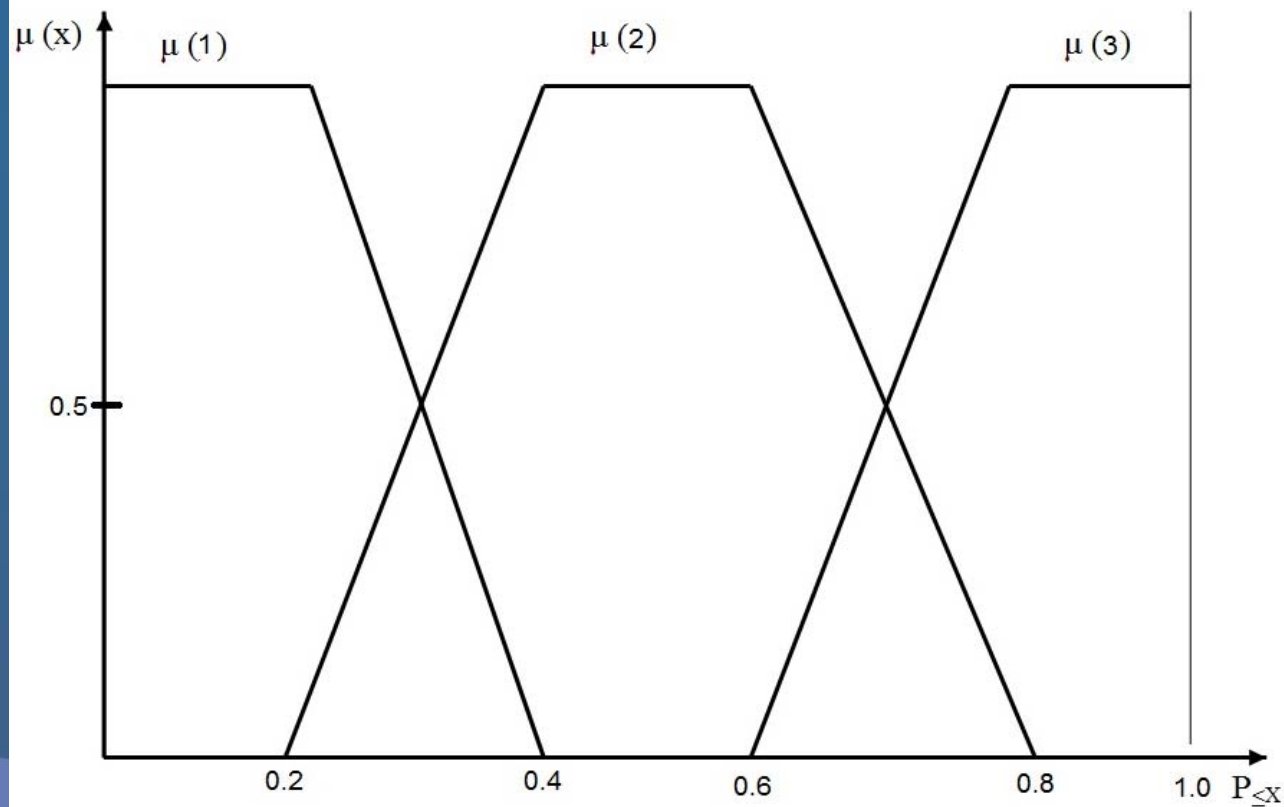


Комплексная функция принадлежности (классификатор) (Complex membership function)

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 0.2 \\ 5(0.4 - x), & 0.2 \leq x < 0.4 \\ 0, & 0.4 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.2 \\ 5(x - 0.2), & 0.2 \leq x \leq 0.4 \\ 1, & 0.4 \leq x < 0.6 \\ 5(0.8 - x), & 0.6 \leq x < 0.8 \\ 0, & 0.8 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.6 \\ 5(x - 0.6), & 0.6 \leq x < 0.8 \\ 1, & 0.8 \leq x \leq 1 \end{cases}$$



Матрица комплексного риска (Complex risk matrix)



№ ряд	p_i	P_j	d_i	Функции принадлежности		
				μ_1	μ_2	μ_3
1	$p_1=0.2381$	$P_1=0.1905$	$d_1=0.1022$	$\mu_1(P_1)=1.0$	$\mu_2(P_1)=0.0$	$\mu_3(P_1)=0.0$
2	$p_2=0.1905$	$P_2=0.2850$	$d_2=0.3517$	$\mu_1(P_2)=0.5$	$\mu_2(P_2)=0.5$	$\mu_3(P_2)=0.0$
3	$p_3=0.3333$	$P_3=0.4286$	$d_3=0.1072$	$\mu_1(P_3)=0.0$	$\mu_2(P_3)=1.0$	$\mu_3(P_3)=0.0$
4	$p_4=0.1429$	$P_4=0.7619$	$d_4=0.1744$	$\mu_1(P_4)=0.0$	$\mu_2(P_4)=0.5$	$\mu_3(P_4)=0.5$
5	$p_5=0.0952$	$P_5=0.9999$	$d_5=0.2639$	$\mu_1(P_5)=0.0$	$\mu_2(P_5)=0.0$	$\mu_3(P_5)=1.0$

$CR = \sum_{i=1}^5 d_i \sum_{j=1}^3 \alpha_j \mu_{ij}(x_i)$, где d_i – величина отклонения модулей от $x_{80\%}$, α_j – весовые коэффициенты, равные значениям отклонений от $x_{80\%}$ в узловых точках 0,2; 0,5; 0,8.



Виды климатологического обслуживания (Types of climate services):

- Стратегическое обслуживание: реализация государственной климатологической доктрины; климатологическое обеспечение перспективного планирования человеческой деятельности; геополитики; социально-экономического развития (крупных государственных хозяйственных и социальных проектов; размещение по территории населения)
(Strategic services: implementation of state climate doctrine; climate services of long-term activity planning)
- Оперативное обслуживание: оперативное решение повседневных задач секторов экономики и социальной сферы с учетом климата.
(Operational services: prompt solution of mundane economic and social tasks)



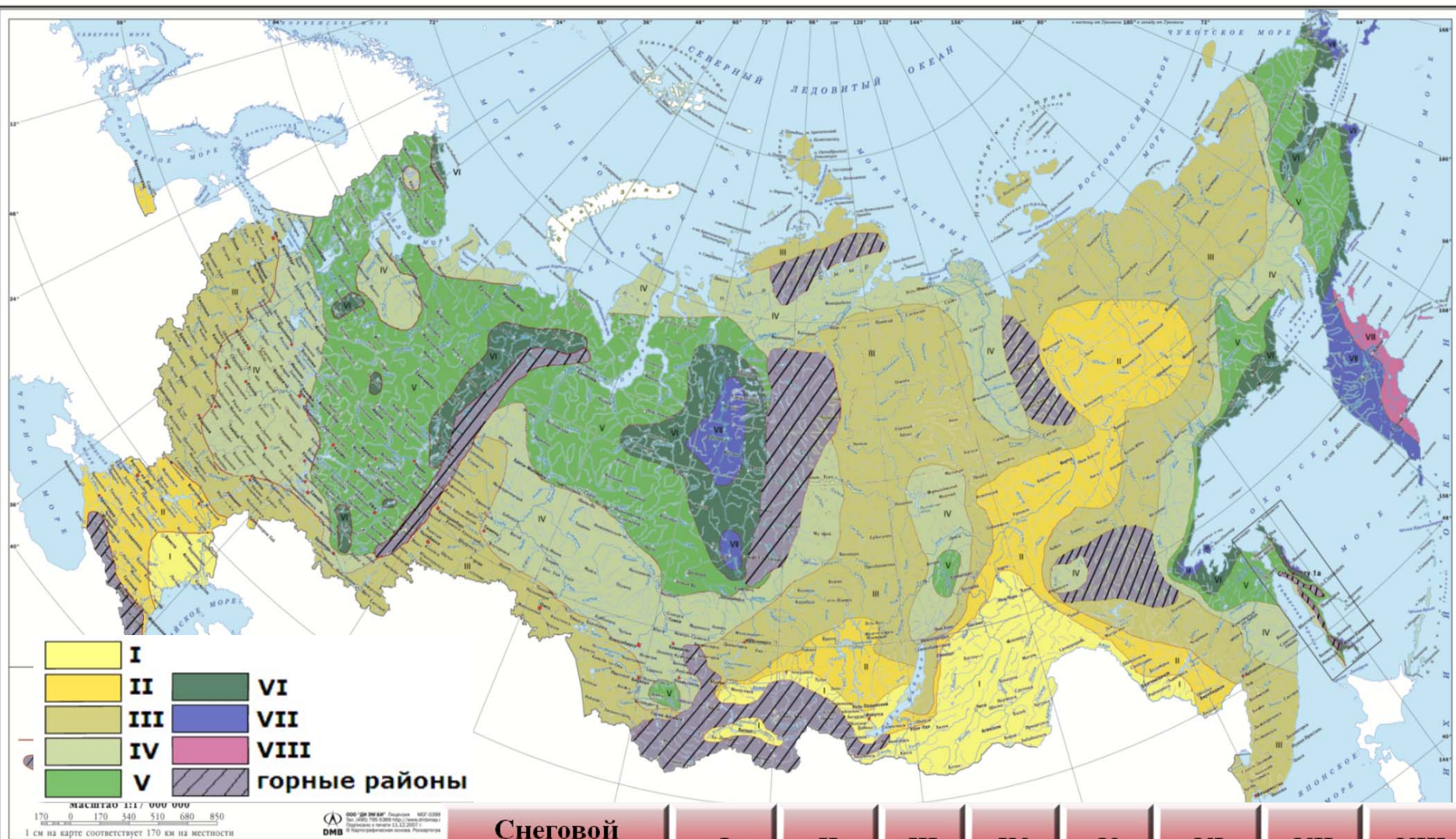
Актуализация и гармонизация СНиП:

(Updating and harmonization of construction rules and regulations)

- СНиП «Строительная климатология»
("Building climatology")
- СНиП «Нагрузки и воздействия»
("Loads and actions")
- ГОСТ «Тепловой режим зданий»
("Loads and actions")
- Национальное приложение к Еврокоду. Нагрузки и воздействия.
(National Annex for Euro code "Loads and actions")
- Нормативные документы по строительству США
(Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers)

Районирование территории РФ по расчетному значению веса снегового покрова (98% обеспеченность) (Ground snow load (cumulative probability 98%), kPa)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



Снеговой
район

I

II

III

IV

V

VI

VII

VIII

Sg, кПа

0.8

1.2

1.8

2.4

3.2

4.0

4.8

5.6

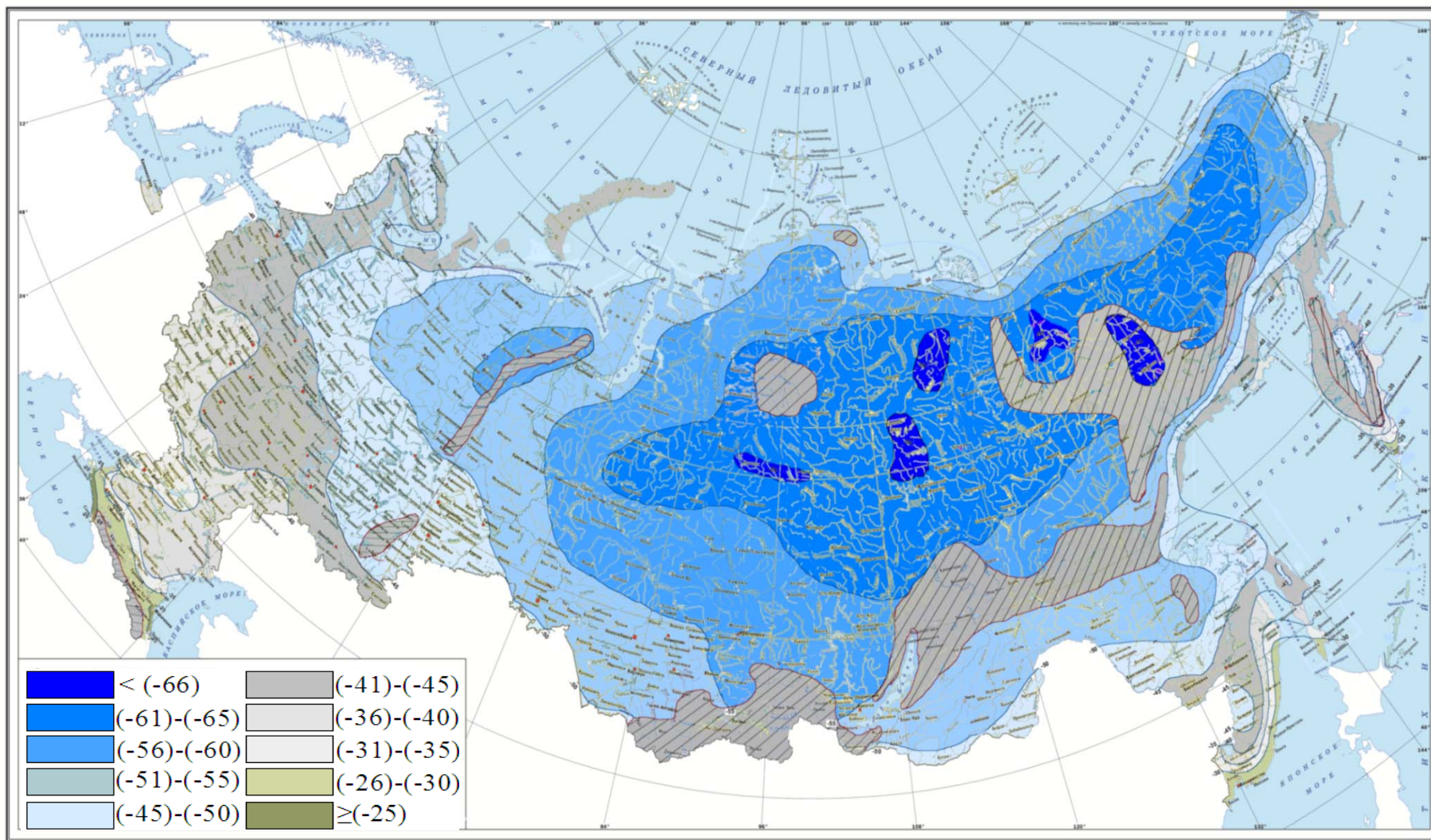
Районирование территории РФ по расчетному значению максимальной температуры воздуха (98% обеспеченность) (Maximum temperature (cumulative probability 98%), °C)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА

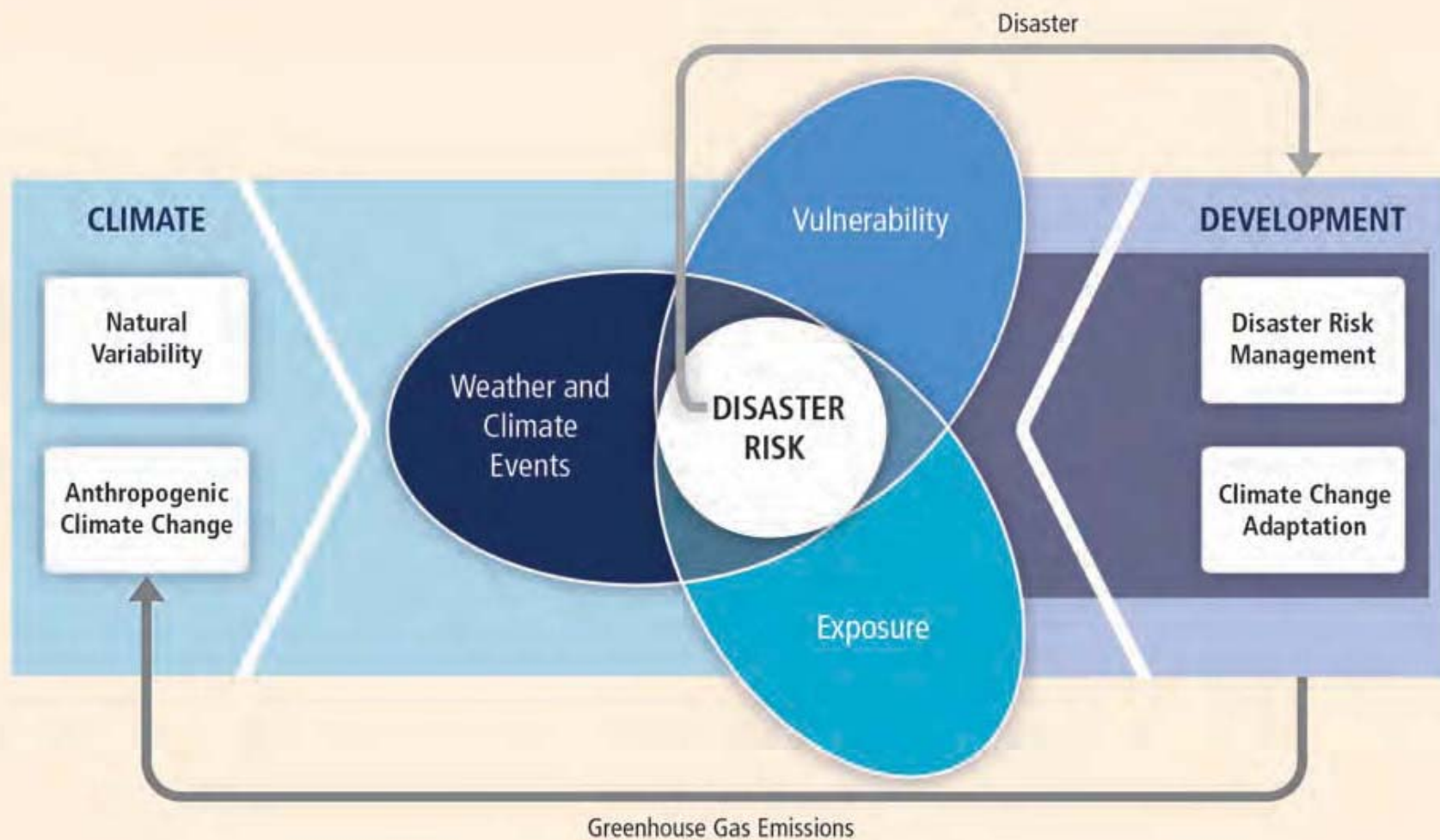


Районирование территории РФ по расчетному значению минимальной температуры воздуха (98% обеспеченность) (Minimum temperature (cumulative probability 98%), °C)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А.И.ВОЕЙКОВА

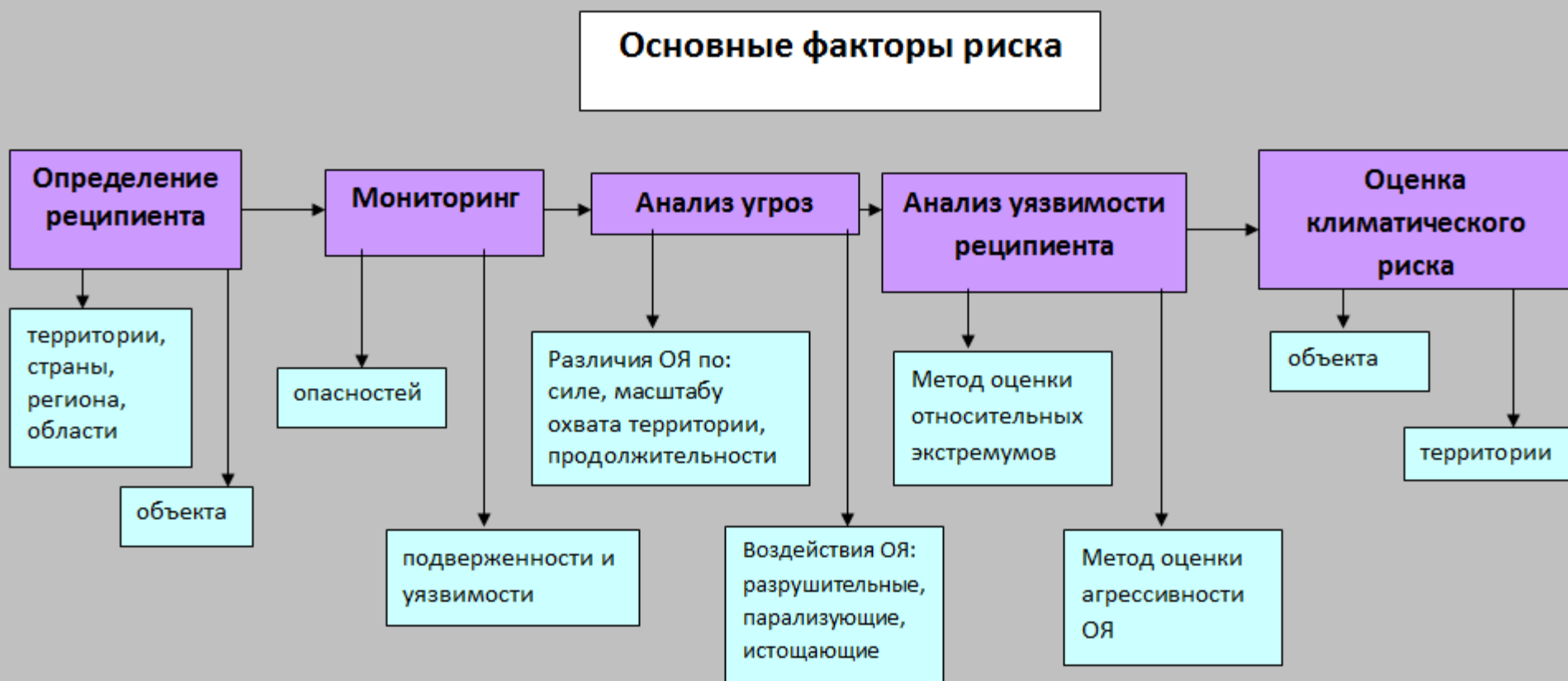


Climate risks



IPCC, 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.

Структура управления климатическими рисками (Structure of climate risk management)



Управление риском (Risk management)



Формулы расчета рисков (Risk estimation)



$$R = P^*(\Phi) \cdot P(Y)$$

R – риск

$P^*(\Phi)$ – вероятность опасного события

$P^*(\Phi) = n/N$, $P(Y)$ – уязвимость реципиента

Для территории: $R_{\text{соц.}} = p \cdot (s/S) \cdot t \cdot m \cdot k$,

$R_{\text{соц.}}$ – риск нанесения социального ущерба территории,

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

s – средняя площадь охвата ОЯ, S – площадь территории

m – численность населения территории, k – коэф-т агрессивности ОЯ

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

$R_{\text{эк.}}$ – экономический риск

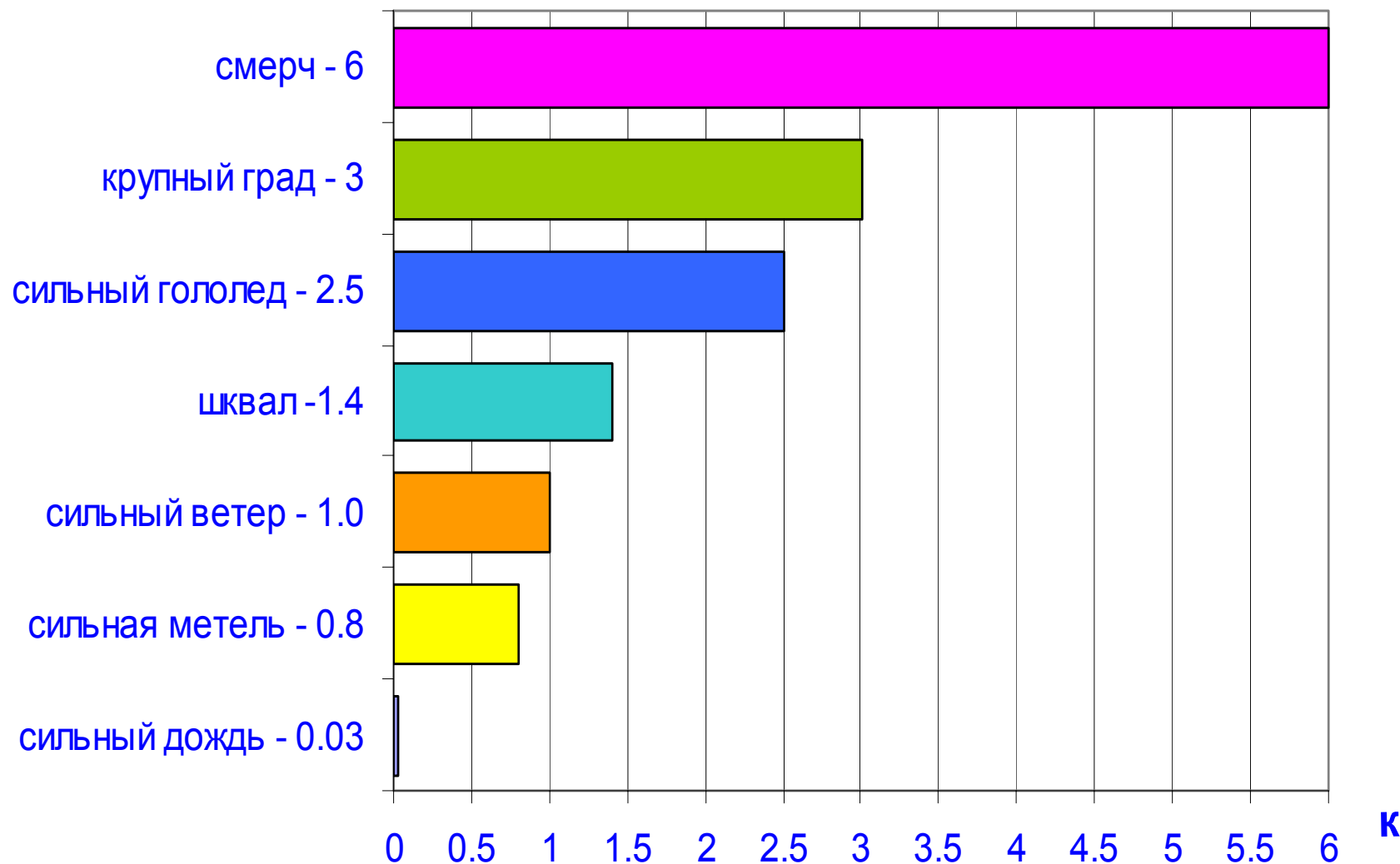
A – цена риска, руб. (доля ВВП на одного человека)

Для отдельного объекта:

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

s_i – площадь реципиента

Агрессивность опасных явлений (k) (Aggressivity coefficient (k))

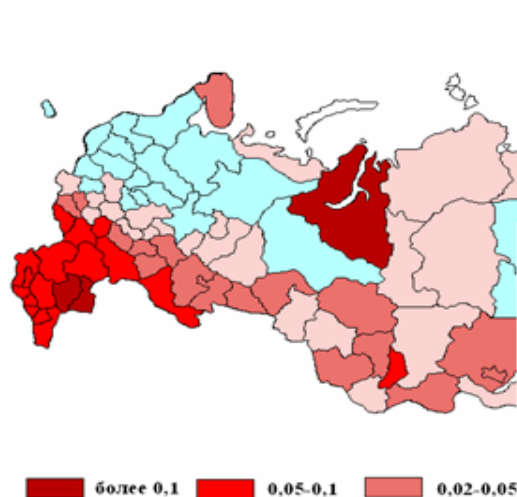


Карты климатических рисков (Climate risk maps: Risk of pipeline break, Economic risk caused by whirlwinds, Cloud-to-ground discharge risk)

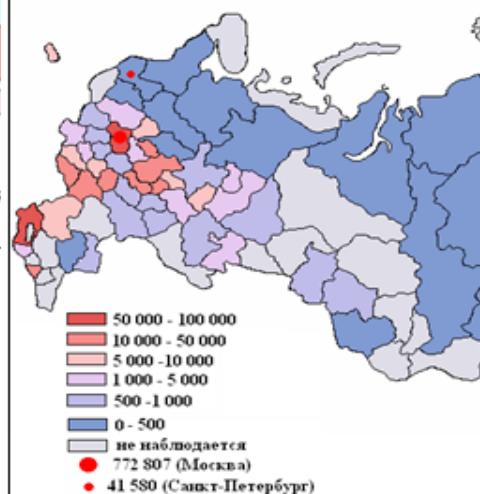
ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



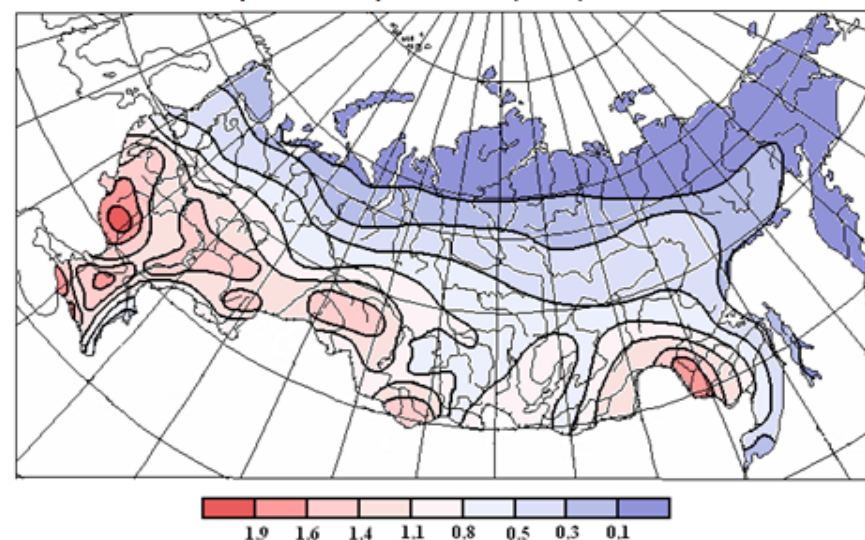
Риски аварий и прекращения работ
на трубопроводах (в долях единицы)



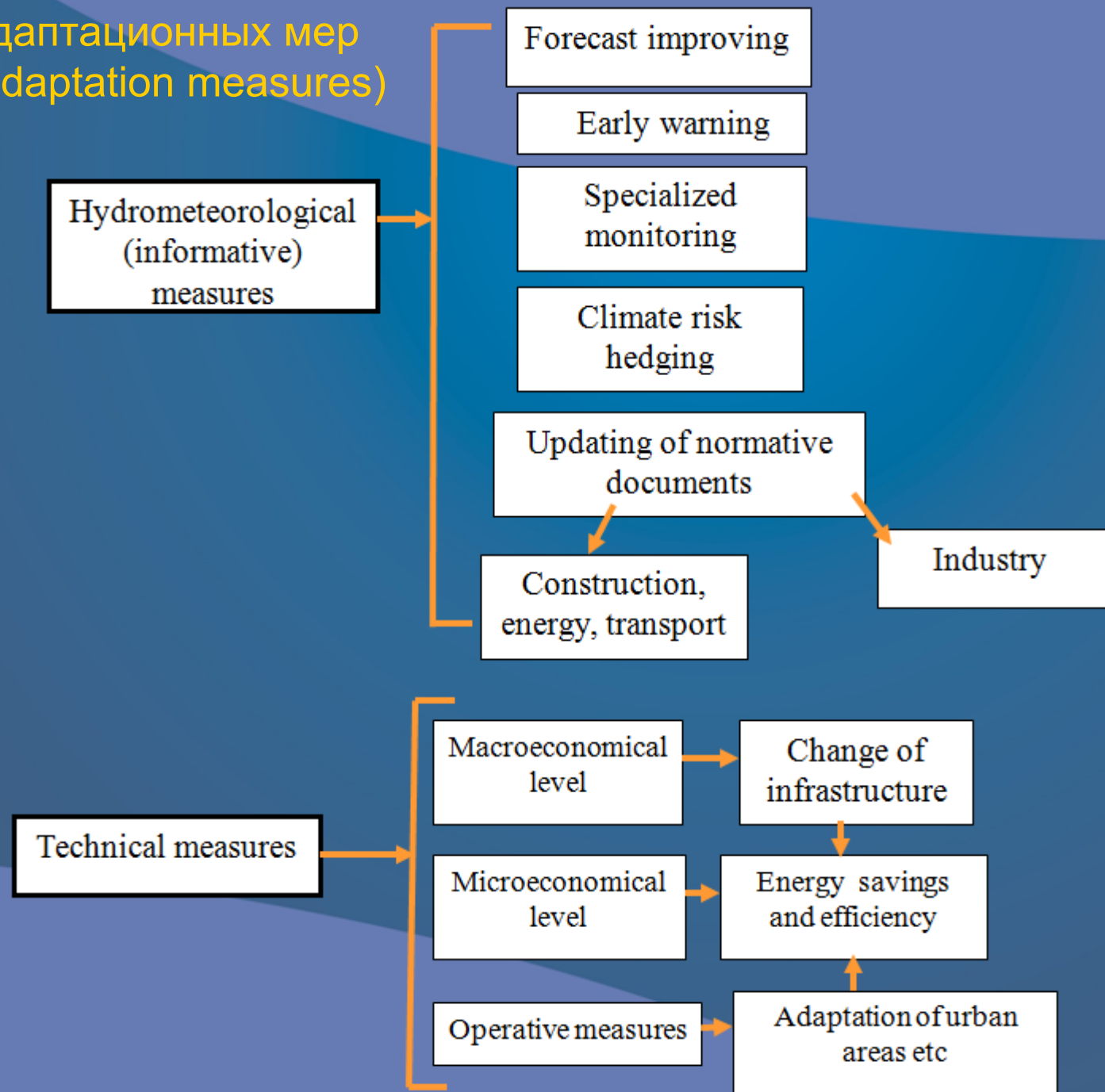
Экономический риск от смерчей (тыс.руб.)



Риск от грозовых разрядов
на землю, поражающих ЛЭП (в %)



Классификация адаптационных мер (Classification of adaptation measures)



Экономическая оценка адаптационных мер (Economic assessment of adaptation options)



- **анализ затрат и выгод (cost-benefit analysis (CBA)).**
(в случаях, когда и те и другие известны и могут быть представлены в денежном выражении);
- **анализ экономической эффективности затрат (cost effectiveness analysis (CEA))**
(снижения уровня риска до допустимых значений при минимальных затратах);
- **анализ по множеству критериев (multi-criteria analysis (MCA))**
(одновременно применяются различные балльные оценки: экономические, технические, экологические, финансовые, социальные, которые взвешиваются по значимости).
- **анализ реальных опционов (real option analysis)**
(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;
- **метод полной экономической оценки и выбора адаптационных мер (method of overall economic estimate and adaptation options selecting)**
состоит из трех основных этапов: определение экономико-климатических ресурсов, оценка инвестиционной привлекательности адаптационных мер, принятие решения об адаптации.

Метод реальных опционов (построение дерева решений) (Real option analysis)



Теплозащита
(старый вариант)

Сильное
воздействие
+

$$\text{Доход: } -70 \cdot 10^6 + \frac{2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,8}{1,84 \cdot 10^6} = -68,2 \cdot 10^6$$

Доход

Слабое
воздействие
-

$$\text{Доход: } -70 \cdot 10^6 - \frac{2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,8}{1,84 \cdot 10^6} = -71,8 \cdot 10^6$$

Расход

$$\text{NPV} = -71,8 \cdot 10^6 + 68,2 \cdot 10^6 = -3,6 \cdot 10^6$$

Ущерб $-3,6 \cdot 10^6$
 $-70 \cdot 10^6 + 3,6 \cdot 10^6 = -66,4 \cdot 10^6$

Теплозащита
(новый вариант)
>на 20%

Сильное
воздействие
+

$$\text{Доход: } -84 \cdot 10^6 + \frac{4,6 \cdot 10^6 \cdot 0,8}{3,68 \cdot 10^6} = -80,32 \cdot 10^6$$

Слабое
воздействие
-

$$\text{Доход: } -84 \cdot 10^6 + 0 = -84 \cdot 10^6$$

$$\text{NPV} = -84 \cdot 10^6 + 80,32 \cdot 10^6 = -3,68 \cdot 10^6$$

Ущерб: $-3,68 \cdot 10^6$
 $-84 \cdot 10^6 + 3,68 \cdot 10^6 = -80,32 \cdot 10^6$



Информационная система климатического обслуживания (Information system of climate services)

Фундаментом системы служат итоги современных научных исследований в климатологии, выполняемых в соответствии с программами ЦНТП (Центральная научно-техническая программа) и КПНИПК Росгидромета. Результаты этих исследований концентрируются в климатическом центре Росгидромета (ФГБУ «ГГО») и используются: для разработки стратегических прогнозов и проектов, обеспечивающих реализацию климатической доктрины Российской Федерации; при составлении методических материалов (Руководств, Рекомендаций, Справочников, Реестров специализированных индексов, типовых задач оперативного обслуживания и т.п.).

Фундаментальные исследования опираются на наблюдательные сети. Для системы ГРОКО приоритетными являются сети регионального и национального масштабов, позволяющие обеспечить нужную степень детализации данных для климатологического обслуживания



Платформа взаимодействия с пользователями в процессе климатического обслуживания. (Framework of climate user interaction)

Статьи:

- Емельянова В.Н., Кобышева Н.В. Наращивание потенциала климатического обслуживания экономики (в рамках ГРОКО). Труды ГГО, вып.566, 2013
- Емельянова В.Н., Разова Е.Н., Кобышева Н.В. Задачи оперативного климатологического обслуживания экономики. Труды ГГО (в печати)

Адаптационные меры для энергетики (Adaptation measures for power industry)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



Неблагоприятные явления погоды	Воздействия на объекты ТЭК	Предупредительные мероприятия
Ветер со скоростью более 30м/сек	Обрыв проводов, поломка опор.	Прекращение работ на открытом воздухе.
Отложения на проводах гололеда мокрого снега или сложного отложения льда	Повреждение изоляции. Потери электрической энергии. Обрыв проводов.	Проведение осмотров пострадавших ЛЭП – сбивание и плавка льда.
Сильные дожди и ливни (более 30мм/1час).	Образование дождевых паводков и подтопление подстанций. Повреждение оборудования.	Своевременное переключение режима выработки электроэнергии.
Продолжительные морозы – ниже -25°C.	Деформация металлических конструкций или разрыв труб. Опасность обморожений.	Все агрегаты ставятся под полную нагрузку. Прекращение работ на открытом воздухе.
Продолжительная жара - +30 °C.	Изменения натяжения проводов. Нагрев генераторов.	Охлаждение генераторов. Перевод части оборудования на ремонт.
Резкие изменения температуры воздуха - на 10 °C и более.	Быстрое старение и разрушение (коррозия) материалов и конструкций	Регулирование работы ТЭЦ при экономном расходовании топлива.
Грозы	Массовое отключение ЛЭП, трансформаторных подстанций, недоотпуск электроэнергии потребителям.	Использование грозозащитной аппаратуры. Временное прекращение основных работ и работ по восстановлению опор ЛЭП.

Адаптационные меры для ЖКХ

(Adaptation measures for housing and utility sector)

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



Неблагоприятные явления погоды	Воздействия на коммунальное хозяйство	Предупредительные мероприятия
Снегопады и метели	Простой транспорта. Аварии на магистралях города.	Ввод в действие оптимального количества снегоуборочной техники.
Гололед и гололедица на дорогах	Опасные условия для движения городского транспорта и населения.	Обработка противогололедными реагентами.
Ливневые дожди	Подтопление подвалов, протечка кровель	Своевременная проверка и очистка водостоков.
Паводки. Подъем воды выше критической отметки.	Затопление коммуникаций в прибрежных частях города.	Использование гидротехнических берегоукреплений.
Грозы	Повреждение электрических систем.	Профилактическое отключение оборудования.
Сильный ветер	Обрыв проводов, повал деревьев. Угроза рекламным конструкциям, стр.технике	Своевременное предупреждение организаций и населения.
Град	Нанесение ущерба автотранспорту, жилым объектам, населению.	Своевременное предупреждение населения и организаций.

Адаптационные меры для транспорта (Adaptation measures for transport sector)



Неблагоприятные явления погоды	Воздействия на автотранспорт	Предупредительные мероприятия
Ветер более 15м/с	Сдвиг и перевертывание автомобилей, нарушение траектории. Перерасход топлива и износ шин.	Снижение скорости движения. Отмена загородных пассажирских рейсов.
Гололедица	Снижение сцепных качеств дорожного покрытия, увеличение тормозного пути, занос автомобиля. Потеря маневренности и ДТП. Снижение скорости движения в 2-2,5 раза.	Отправка технических бригад на особо гололедо – опасные участки на трассе. Обработка дорог песчано-солевой смесью.
Метель, сильный снегопад (количество более 7мм/12ч)	Снежные заносы на дорогах.	Подготовка аварийных бригад, уборочной техники.
Дождь более 7мм/12 час, ливни, сели, лавины.	Затопление низких участков дороги, размыв дорожного полотна и увеличение ДТП.	Подготовка аварийных бригад. Инструктирование водителей об особенностях движения.
Температура воздуха ниже –25 гр. мороза	Поломка автомобилей. Увеличение времени на запуск двигателя машины. Ухудшение комфортности для водителей.	Принятие дополнительных мер по недопущению разморозки двигателей. Утепление одежды для водителей.
Температура воздуха от 0 ⁰ С. до – 5 ⁰ С	Образование мокрого покрытия на дорогах, местами скользко, наблюдаются условия для образования гололедицы.	Инструктирование водителей об особенностях движения. Снижение скорости движения автотранспорта.
Температура воздуха выше 30 ⁰ С	Образование неровностей на дорогах, сдвиг асфальта. Ухудшение состояния водителей (появление миражей).	Создание комфортных условий для водителей. Использование теплостойких дорожных покрытий.
Явления погоды, ухудшающие видимость на автодорогах до 100 метров.	Снижение скорости транспортного потока и пропускной способности дороги. Увеличение ДТП.	Снижение скорости движения, соблюдение безопасной дистанции между автомобилями.
Видимость менее 50 метров	Высокая вероятность ДТП	Прекращение движения автомобилей.



Наращивание потенциала: (Capacity building)

- Использование результатов современных климатических исследований для разработки методических материалов
- Модернизация учебная программ по дисциплине «Климатическое обслуживание»



СПАСИБО

ЗА ВНИМАНИЕ!