

ГУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт»

И.О.Лучицкая, Н.И. Белая, В.Н.Барахтин

**Оценки ресурсов климата
Сибирского региона**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ, ЭКОЛОГИИ, КЛИМАТА СИБИРИ
(к 40-летию образования СибНИГМИ).
19-20 апреля 2011 г. Новосибирск



В этом году Всемирный метеорологический день посвящен теме



Климат для вас

23 марта 2011 года

В 2010 г. завершился 5-летний период, который для ВМО отмечен как очень важный подготовительный период *для организации климатического обслуживания*



2005 г. Пекин - Техническая конференция «Климат как ресурс». Принята рекомендация о мобилизации возможностей для удовлетворения растущих потребностей общества в климатическом обслуживании.

2006 г. Финляндия - На конференции «Жизнь в условиях изменчивости и изменения климата: понимание неопределенностей и учет факторов риска» подчеркнуто, что климат является крайне важным ресурсом, в то же время мы уязвимы от его изменчивости и изменения. Будут приниматься меры для извлечения преимуществ от использования климатической информации и обслуживания различными социально-экономическими секторами.

2007 г. Мадрид международной . конференция «Безопасная и устойчивая жизнь : социально-экономическая эффективность обслуживания информацией о погоде, климата и воде». Цель – оптимизация принятия решений.



2009г. Третья Всемирная климатическая конференция (ВКК-3). Женева. *Улучшенная климатическая информация для лучшего будущего*

На Коллегии Росгидромета были обсуждены итоги Всемирной климатической конференции. В решении отмечена важность учреждения **ГЛОБАЛЬНОЙ РАМОЧНОЙ ОСНОВЫ**, которая призвана обеспечить преобразование климатической информации в климатическую продукцию.

Названы отечественные достижения:

- **Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ.**
- **Оценки климатических ресурсов России (энциклопедия).**

Выполненные в ГУ «СибНИГМИ» работы отвечают современным требованиям прикладной климатологии.

Региональный климатический справочник по Новосибирской области

Является первым опытом обобщения климатических характеристик в виде конкретно-ориентированной специализированной информации для обслуживания транспортного сектора экономики.

Актуальность

Для оценки целесообразности принятия решений на стадии **проектирования** схем автомобильных дорог, а также при **планировании затрат на их содержание**, особенно в зимнее время, важен учет ресурсов климата.

Содержание Справочника

Состоит из 4 частей

1. Транспортно- климатические ресурсы;
2. Характеристики скользкости на автомобильных дорогах (*гололедица, гололед, снежный накат, рыхлый снег, «черный лед», иней, изморозь*);
3. Снегопады;
4. Метели.

Каждая часть включает меню:

- ▶ Методика расчетов таблиц Справочника
- ▶ Пояснения к таблицам
- ▶ Таблицы
- ▶ Графики, карты (аналитическая поддержка потребителя)

Количество станций 35, период наблюдения 1985-2007гг.



Методика расчета климатических ресурсов (ГГО)

Все климатические характеристики выражены в различных единицах измерения, что затрудняет их сопоставление, поэтому они нормируются и переводятся в баллы.

Отрицательные климатические ресурсы, отражающие неблагоприятные влияния климата, рассчитываются по формуле:

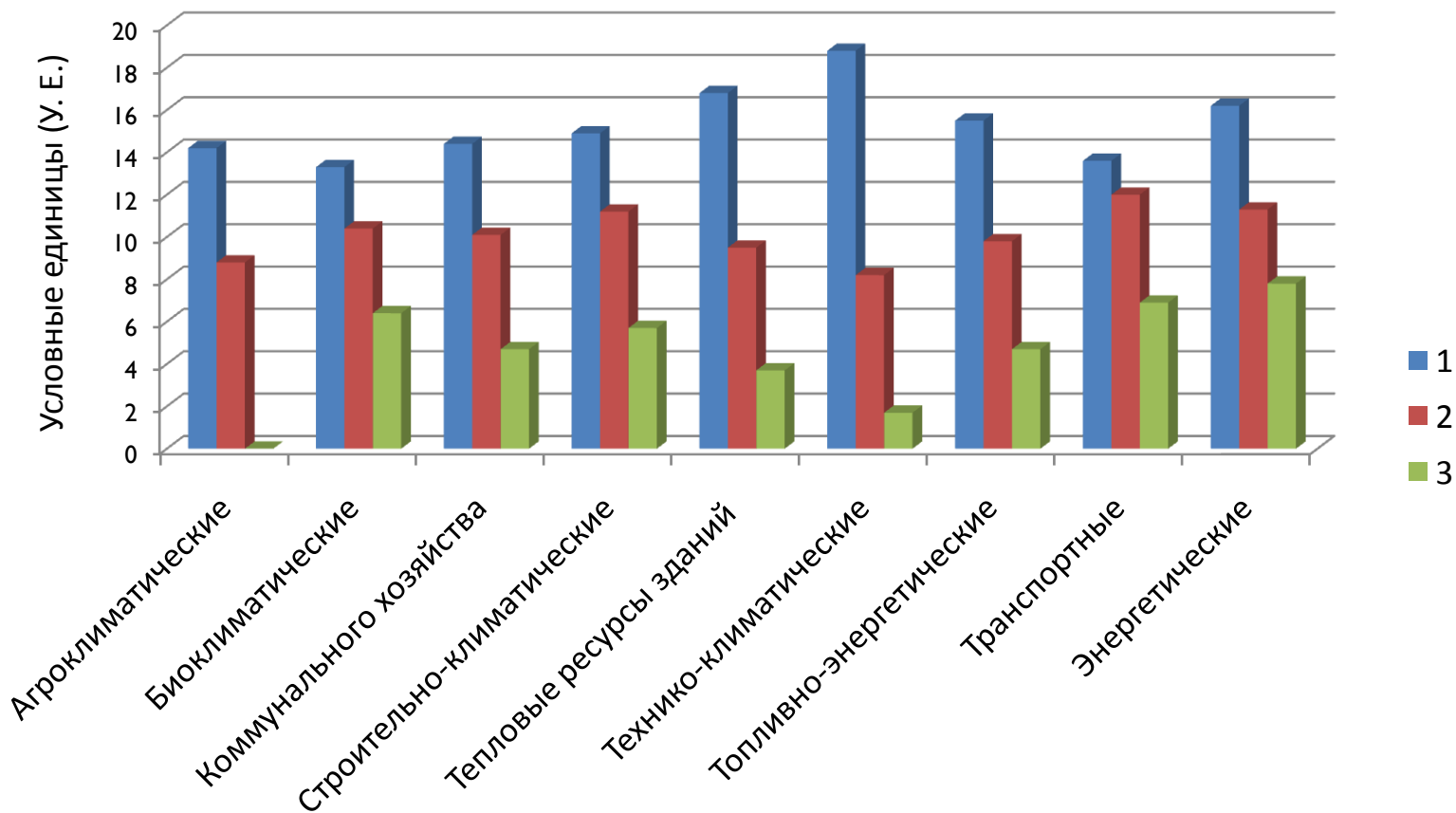
$$X = 10 - 10(X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}), \quad (1)$$

X_i – значение климатической характеристики (по модулю);

X_{\min} , X_{\max} – минимальное и максимальное значения характеристики (по модулю).

Затем балльная оценка переводится в относительные значения и выражается в условных единицах (УЕ)

$$УЕ = (\text{балл} \times \Sigma \text{баллов}) / 1000 . \quad (2)$$



Климатические ресурсы в условных единицах :

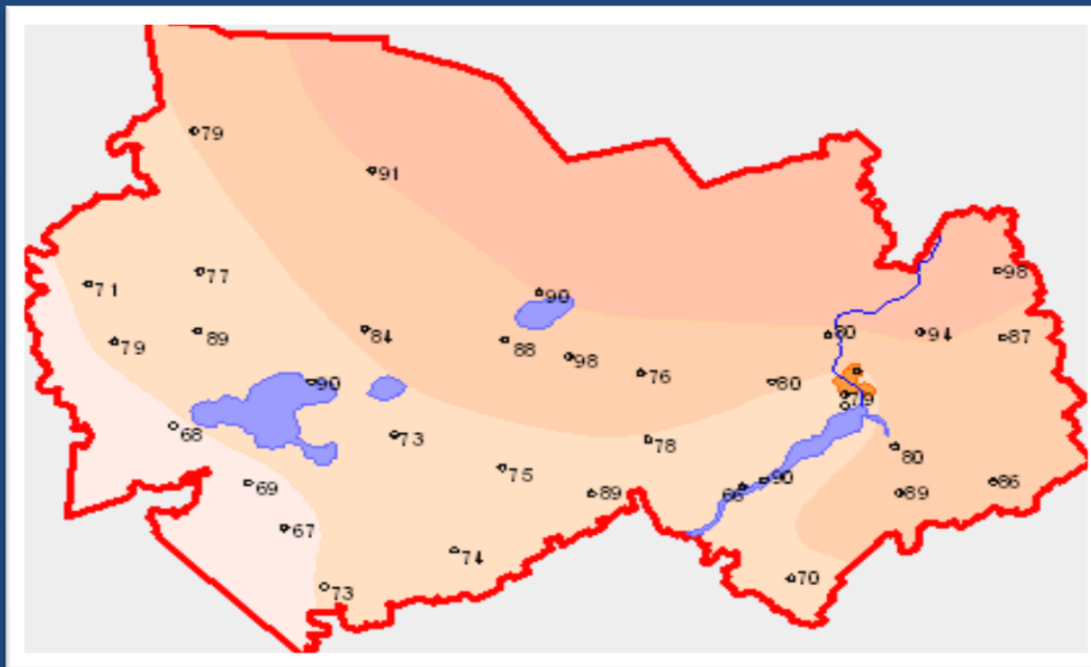
**1 и 3 - соответственно наибольшие и наименьшие по России;
2 – по Новосибирской области**

Вывод: Ресурсы климата Новосибирской области занимают срединное положение относительно общероссийских показателей.

Виды скользкости на автомобильных дорогах и
метеорологические условия их образования

<i>При выпадении осадков</i>		
Гололедица	$\Delta T \geq 6^{\circ}\text{C}$ за 6 часов и менее	
Гололёд	T от 0 до -10°C	
Снежный накат	T от 0 до -10°C , влажность $\geq 90\%$	
Рыхлый снег	T от -6°C и ниже, влажность $\geq 60\%$	
<i>Без осадков; туман, дымка</i>		
«Чёрный лёд»	$\Delta T \geq 6^{\circ}\text{C}$ за 6 часов и менее	
Иней	$\Delta T \geq 6^{\circ}\text{C}$ за 6 часов и менее	
Изморозь	T ниже -10°C	



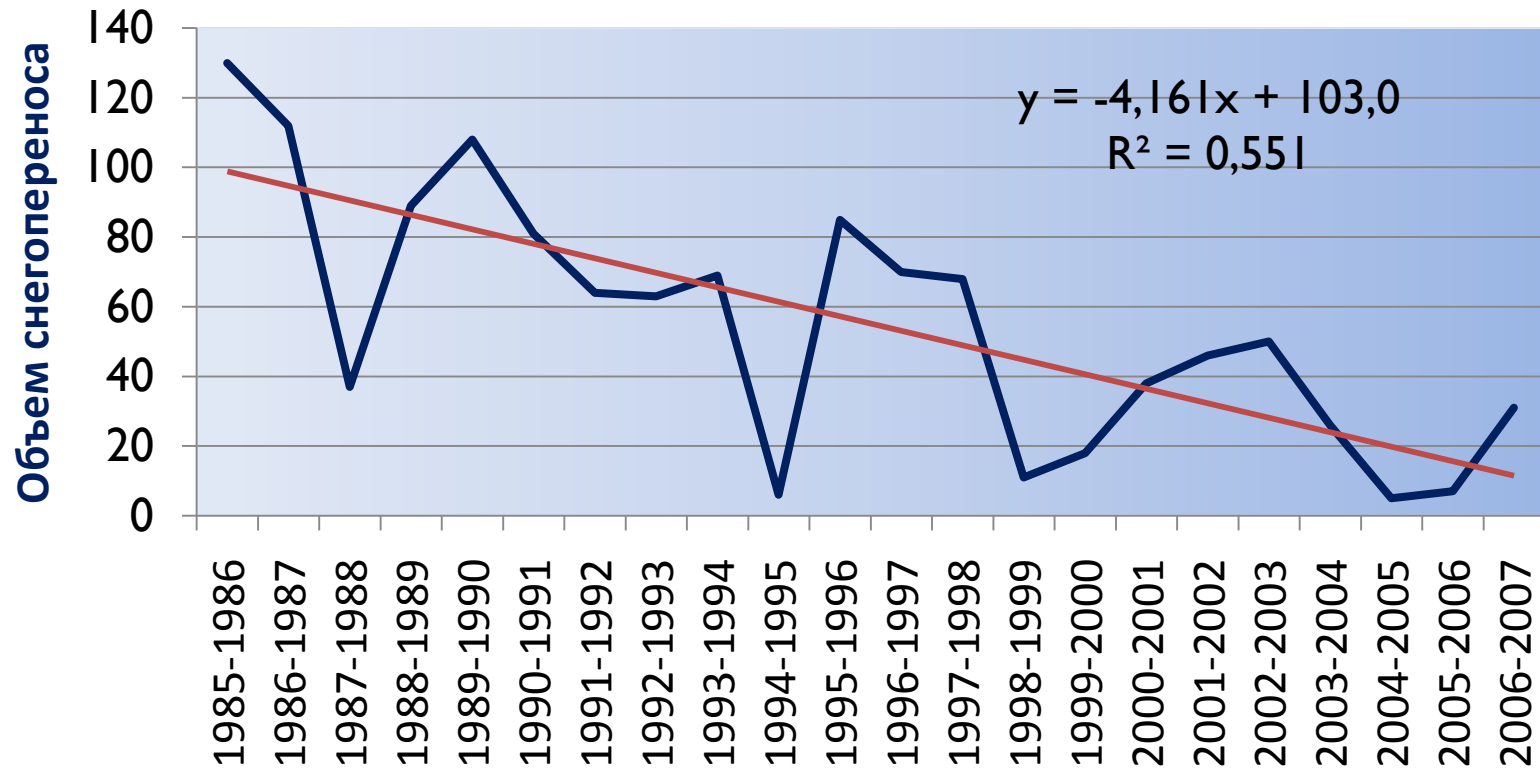


более 90 80-90 70-80 менее 70

Число дней со всеми видами скользкости

Чаще всего неблагоприятные условия для работы транспорта создают такие виды скользкости, как **рыхлый снег, гололед и снежный накат**. Повторяемость дней со скользкостью при наличии снежных отложений уменьшается при продвижении с северо-северо-востока на юго-запад.

Многолетний ход объема снегопереноса, куб. м/ пог. м



Скорость уменьшения объема переносимого снега составляет 42 куб.м/ пог. м. за 10 лет. Сокращение метелей обусловлено уменьшением повторяемости скоростей ветра в большинстве регионов России.

Основной вывод. Влияние метеорологических условий на состояние автомобильных дорог Новосибирской области проявляется неоднозначно. В северных и северо-восточных районах наиболее вероятна скользкость, обусловленная главным образом снегопадами, но здесь гораздо меньше метелей; на юго-западе, наоборот, преобладающими факторами являются метели и снегоперенос.

Статья :. Н.И. Белая, И.О. Лучицкая «Оценка метеорологических условий для задач содержания федеральных дорог Новосибирской области». Труды СибНИГМИ 2011, вып. 106.



Организация электронного справочника

- ▶ **Формирование баз данных специализированных характеристик выполнено в ОС Linux на языке C ++.**
- ▶ **Справочник организован с использованием стандартных программ Microsoft Office.**
Сервисные средства:
выборка, просмотр, печать, редактирование, добавление таблиц, вставка новых конструкций.
- ▶ **Программа позволяет также осуществить выборку данных для каждой метеорологической станции, отражающей режим климатических условий на территории муниципального образования.**

Оценка уязвимости территории юго-востока Западной Сибири (Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край, Республика Алтай) и рисков, создаваемых опасными метеорологическими явлениями

Эта тема отвечает задачам учета погодно-климатических факторов в управлении безопасностью, показателями которых являются:

опасные природные явления,

уязвимость реципиентов (территорий, объектов),

риски,

адаптационные меры

гидрометеорологические, технические, организационные и др.).

Опасные явления нельзя предотвратить, уязвимостью можно управлять благодаря использованию адаптационных мер.

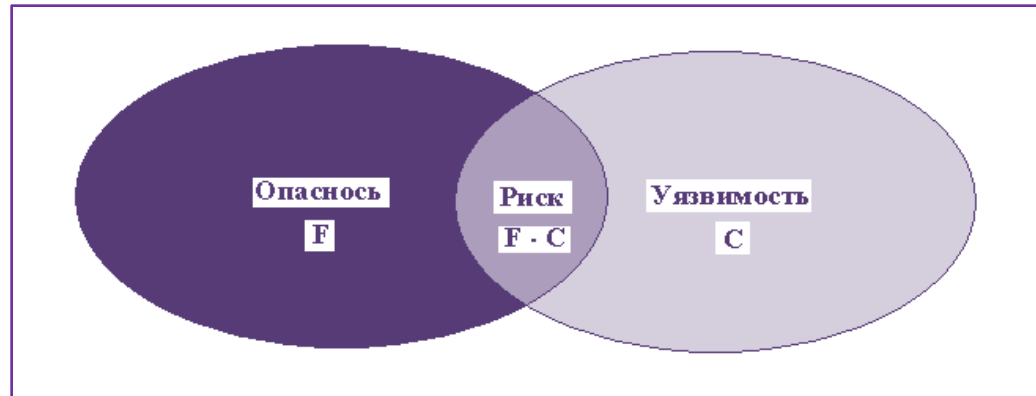


Краткое содержание этапов исследования.

1. Методология оценки уязвимости и рисков, обусловленных опасными метеорологическими явлениями.
2. Риски ущерба от воздействия ОЯ (**сильный ветер, шквал, ураганные ветры, смерч, гололедно-изморозевые отложения, сильная метель, крупный град, сильный мороз**).
3. Зависимость величины ущерба от масштабов площади одновременного охвата территории опасным явлением.
4. Сравнительный анализ расчетного риска и фактических потерь.
5. Погодно-климатическая уязвимость территории юго-востока Западной Сибири



Модель риска



F – частота возникновения опасного события,
C – вероятность ущерба.

В соответствии с принятой в настоящее время теорией управления рисками основными его компонентами являются **частота нежелательного события или угрозы и вероятность уязвимости (ущерба) экономике** .

В связи с бессистемностью и ненадежностью фактических сведений об ущербах предпринимаются попытки косвенного приближенного выражения уязвимости.



Метод оценки экономического риска ($R_{э}$) создаваемого опасными явлениями погоды (ГГО)

Суть подхода состоит в том, что из 2-х компонент риска – вероятности ОЯ и уязвимости, вторая определяется косвенно – на основе оценки уязвимости территории, которая выражается возможным количеством людей, попадающих в зону поражения опасным явлением, и определяется в виде денежного эквивалента – ВВП на душу населения РФ (**A**).

$$R_{э} = p \cdot (s / S) \cdot (S_i / S) L \cdot \tau \cdot K \cdot A,$$

p – вероятность ОЯ на данной территории;

s – площадь, занимаемая опасным явлением;

S - площадь всей территории;

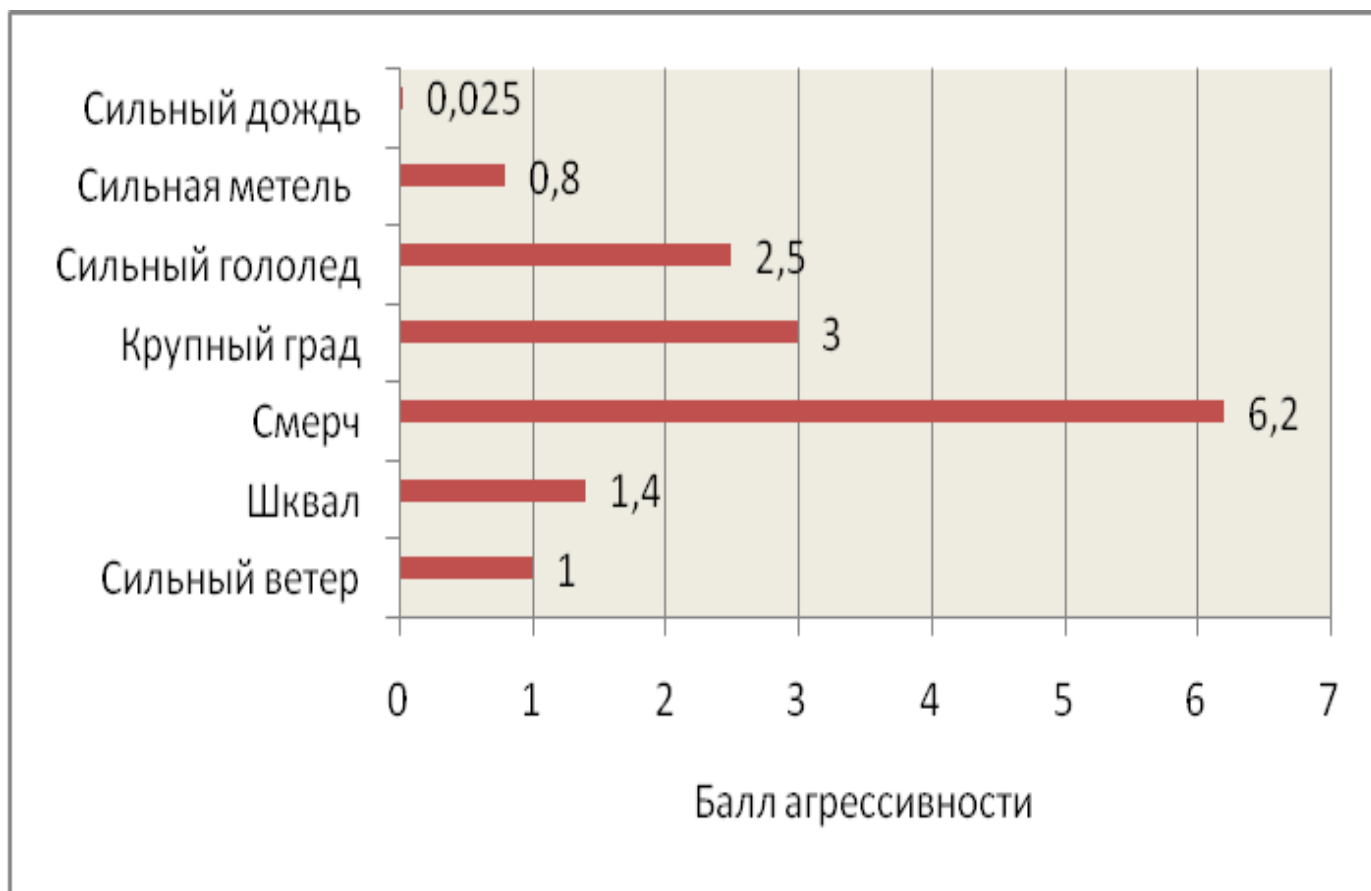
L – численность населения на территории;

τ - продолжительность действия ОЯ, дни;

K - коэффициент агрессивности явления.

S_i – площадь реципиента (объекта).





Коэффициенты агрессивности

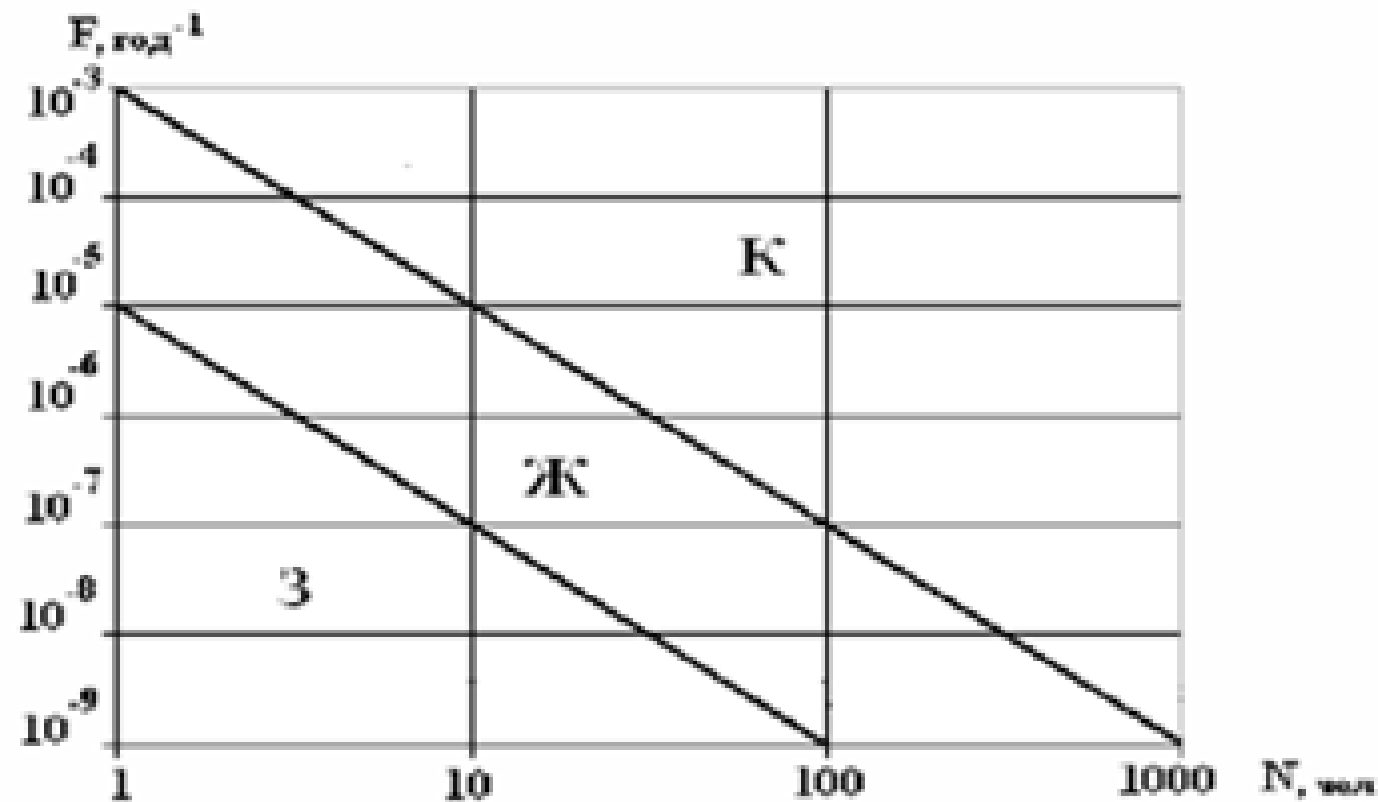
Агрессивность каждого ОЯ оценивается по силе давления, оказываемого на подстилающую поверхность. Ветру 25м/с и более присваивается балл 1.



Три области социального риска: недопустимый (К), приемлемый (Ж) и пренебрежимый (З).

F – частота аварий, число смертей в которых превышает N;

N – число погибших (в России предельно допустимым считается уровень 10^{-5})



Риск от воздействия сильного ветра при одновременном охвате территории 25% и более

Субъект РФ	N'	p	s / S	τ	Rсоц тыс.ч.	Rэк, млн.р.	P _R
Томская область*	1	0,04	0,22*	1,0	9,1	4,4	$8,8 \cdot 10^{-3}$
Новосибирская область	6	0,24	0,42	1,3	266,1	167,9	$10,1 \cdot 10^{-2}$
Кемеровская область	7	0,28	0,30	1,1	237,0	126,4	$8,4 \cdot 10^{-2}$
Алтайский край	11	0,44	0,43	1,4	472,4	321,0	$15,9 \cdot 10^{-2}$

Риск ущерба недопустимый



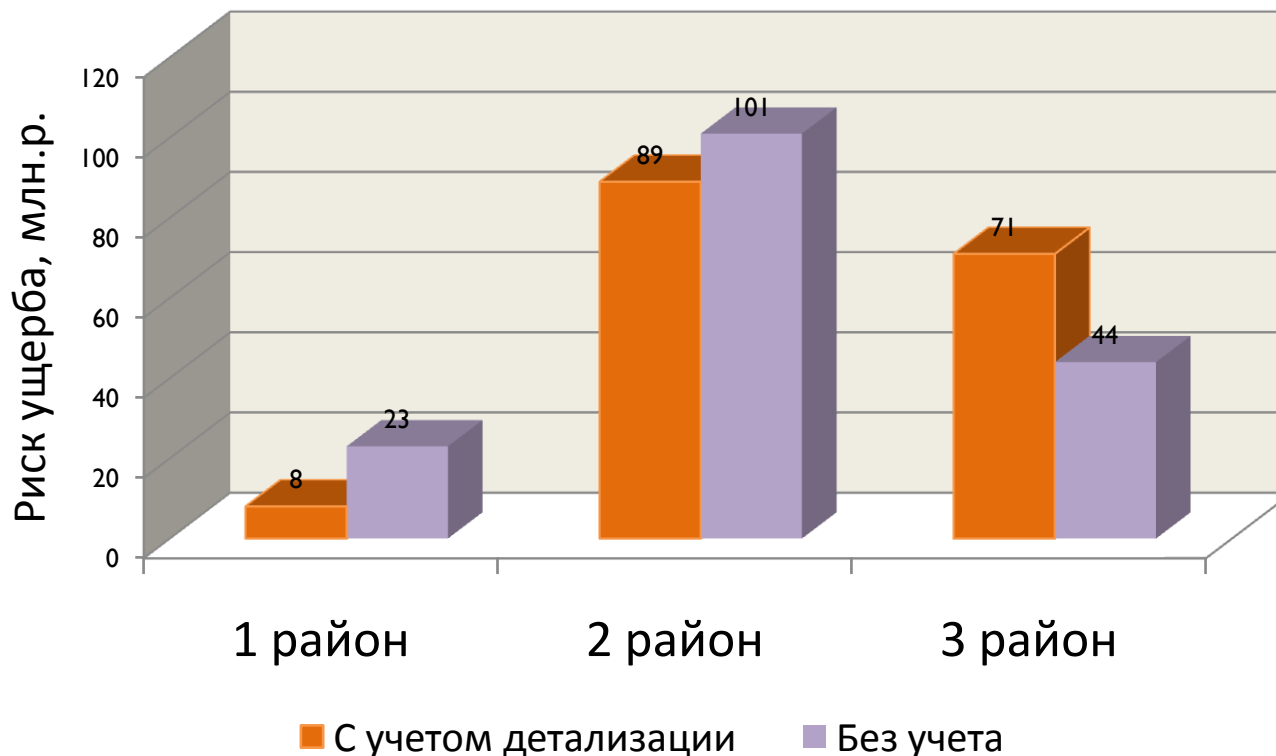


Районы с различной вероятностью уязвимости (s_i / S_p) территории Новосибирской области от воздействия сильного ветра.

1 район – 0,23; 2 район – 0,37; 3 район - 0,68.



Риск ущерба (млн.р.) для районов с разной степенью потенциальной уязвимости к воздействию сильных ветров.



Практический вывод сводится к тому, что для территории Новосибирской области следует рекомендовать распределительный вариант поддержки на адаптацию в пользу третьего проблемного района.

Таким образом, в методическом плане учёт географической составляющей при расчёте риска для реципиента производится с помощью привлечения данных о вероятности ОЯ в конкретном районе.



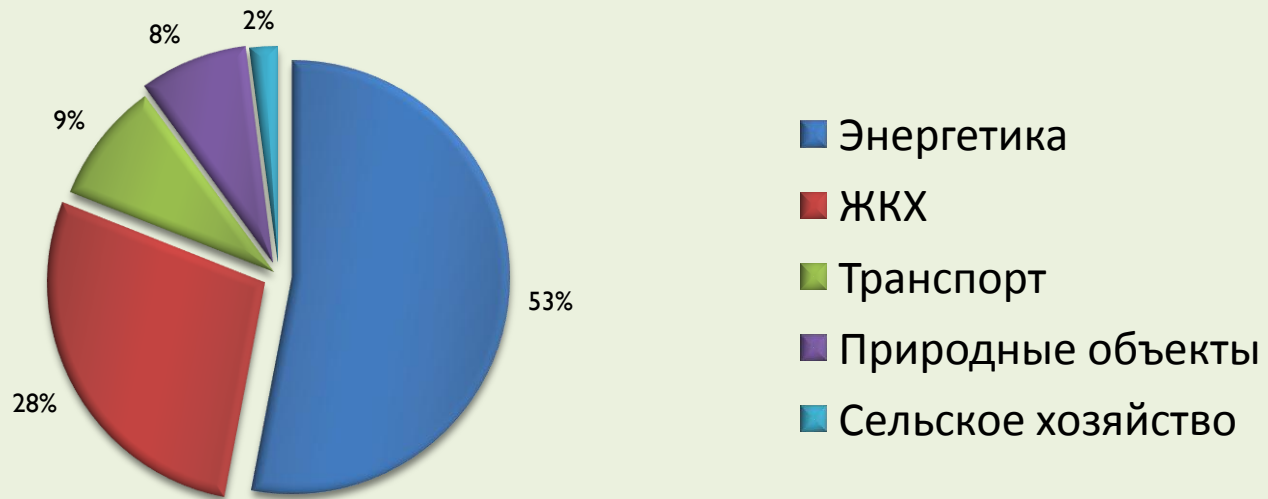
Зависимость величины потерь от масштабов одновременного охвата сильным ветром

- ▶ На юго-востоке Западной Сибири частота сильного ветра (25м/с и более) составляет 87% от всех ОЯ. Сильный ветер характеризуется значительной площадью одновременного охвата (до 40 и 90% территории), что не учитывается в методологии.

Случаи охвата	Дата	Число станций	Ущерб, тыс.р.	Средний ущерб одного ОЯ, тыс.р.
1	02-03.05	15	19 095	1273
2	26.02	12	39 541	3295
3	08-09.05	12	4 643	387
		39	63 279	1622
1 станция	Разные даты	7	1 167	167

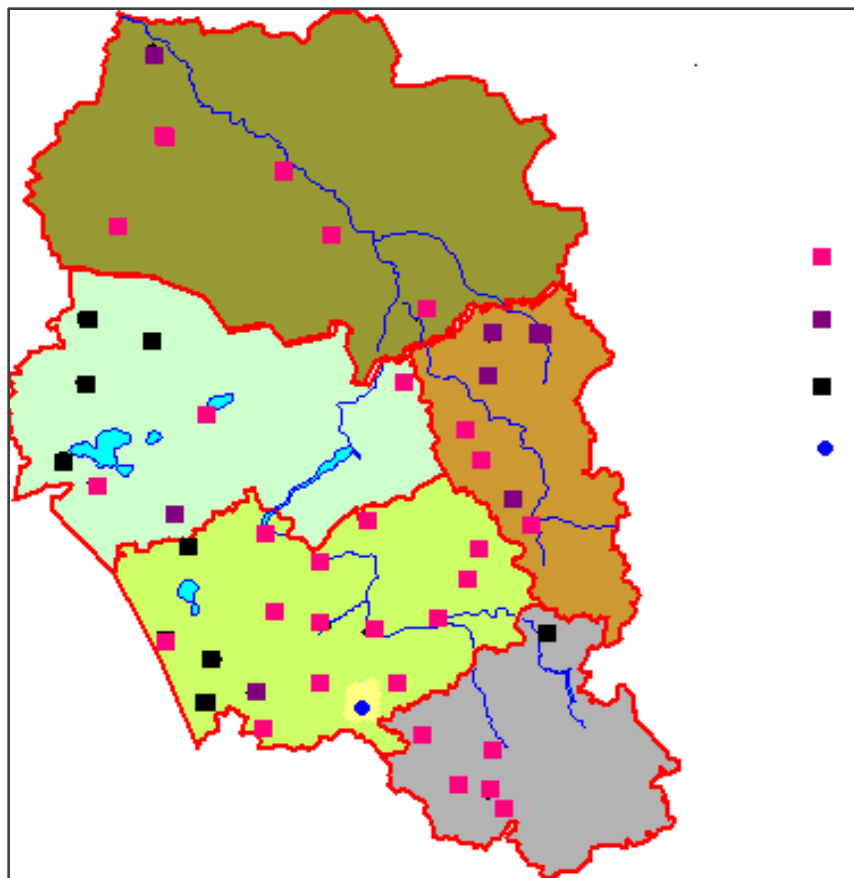
Цена ущерба в случае значительного ареала одновременного охвата в **10 раз** превышает потери, создаваемые единичным случаем сильного ветра

Распределение не предотвращенных потерь от воздействия сильного ветра (25 м/с и более) на территории юго-востока Западной Сибири. 2007 год.



В числе последствий зафиксированы аварии на ЛЭП (обрыв проводов и падение опор с последующим массовым отключением электроэнергии в поселениях), повреждения строений (в основном, крыши домов). Пострадали деревья, посевы сельскохозяйственных культур на больших площадях, осложнились условия работы транспорта.

Число случаев со **ШКВАЛОМ** за период
1985 - 2007 гг.



*Красный, фиолетовый и черный значки – соответственно
1, 2, 3 -6 случаев. Синяя точка -на ст. Чарышская – 12 шквалов.*



Характеристики уязвимости и риска от воздействия одного шквала.

Субъект РФ	N'	p	s / S	Ус, чел.	Rэ, млн.р.	PRэ
Томская область	5	0,22	0,008	2 524	1,23	$1,7 \cdot 10^{-3}$
Новосибирская обл.	9	0,39	0,014	20 247	9,8	$5,5 \cdot 10^{-3}$
Кемеровская обл.	8	0,35	0,025	34 354	16,7	$8,7 \cdot 10^{-3}$
Алтайский край	16	0,70	0,014	34 256	16,6	$9,8 \cdot 10^{-3}$
Республика Алтай	5	0,22	0,025	1591	0,77	$5,4 \cdot 10^{-3}$

Площадь шквала $S = 2\,400 \text{ км}^2$

Допустимый риск в России 10^{-5}
или гибель 1 человека на 100 тысяч в год.

Риски , создаваемые шквалом, недопустимы.



Сравнительный анализ расчетного риска (Rэ) и фактических потерь У, создаваемых ОЯ «крупный град», тыс. р.

Субъект РФ	Rэ	У,	Rэ/ У
Томская область	6 800	100	68
Новосибирская область	71 700	5 484	13,0
Кемеровская область	62 600	300	208,7
Алтайский край	97 600	7 285	13,4

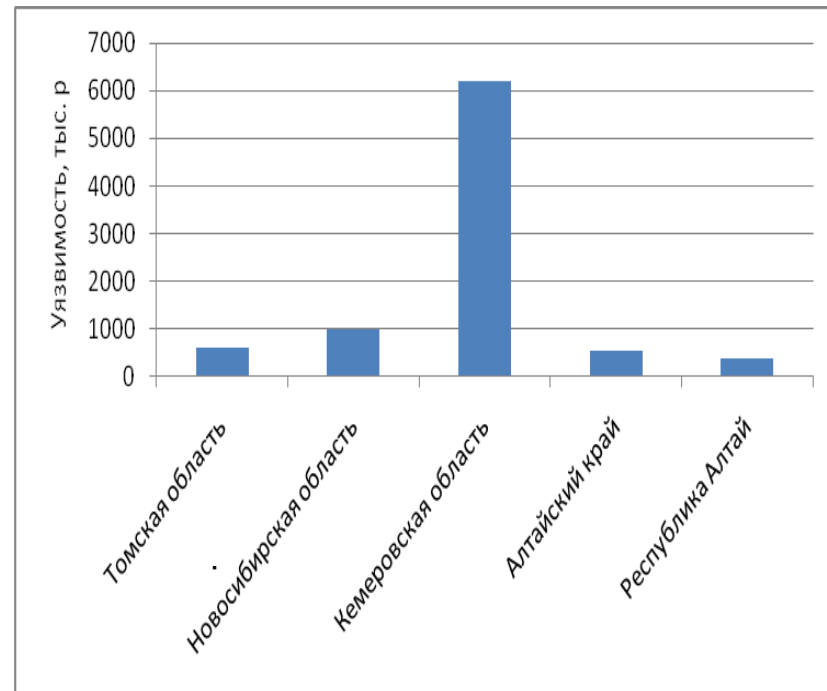
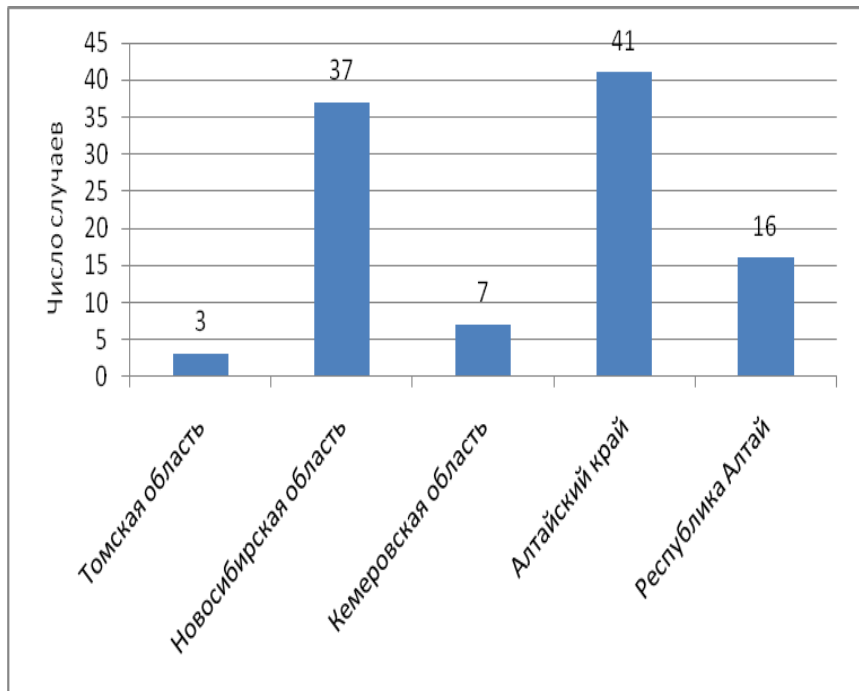
Величина фактического ущерба на 1-2 порядка меньше потенциального риска ущерба.



Ущерб фактический (Y_1), расчетный риск ($Rэ$) от одного ОЯ .(Млн.р)

Территория	Годы					Средняя я Y_1	Rэ	Rэ/ Y_1
	2005	2006	2007	2008	2009			
Сильный ветер								
Томская область	850	-	-	500	460	603	4 800	8,0
Новосибирская область	557	1107	1059	1073	121	783	28 700	36,6
Кемеровская область	4 825	1101	45 935	100	500	10 492	62 700	6,0
Алтайский край	747	152	541	253	100	359	36 300	101,1
Республика Алтай	466	182	540	378	-	317	5 500	17,3
Шквал								
Томская область	-	-	48 000	-	600	24 300	1 230	0,05
Новосибирская область	-	-	-	2 024	649	1 337	9 800	7,3
Кемеровская область	-	8 660	-	-	1 718	5 184	16 700	3,2
Алтайский край	-	-	-	1 167	1 500	1 334	16 600	11,7
Республика Алтай	-	65	-	-	-	65	770	11,8

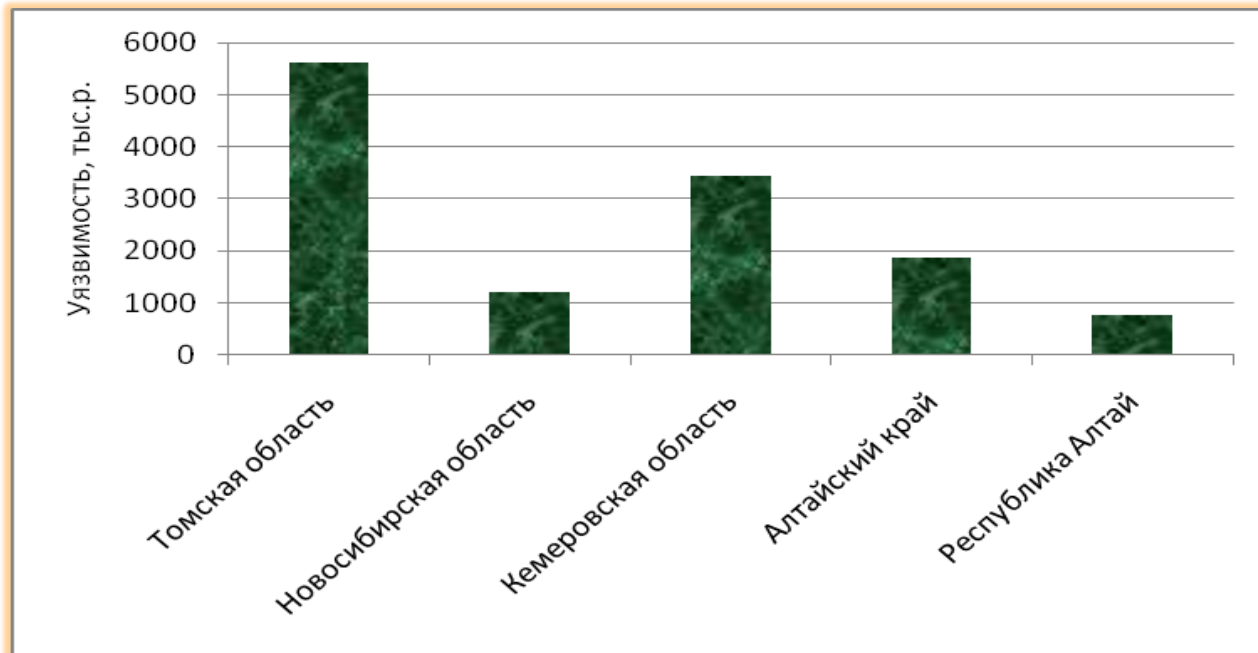
Погодно-климатическая уязвимость от воздействия сильного ветра



Наиболее уязвимым по отношению к сильному ветру является Кемеровская область, что обусловлено высоким уровнем экономического развития региона Кузбасса. Уязвимость оценивается в 6 млн.р. В аграрном Алтайском крае, напротив, подверженность сильному ветру велика, но уязвимость составляет менее миллиона.



Уязвимость субъектов РФ от совокупности опасных явлений



Самыми уязвимыми на территории юго-востока Западной Сибири являются Томская область (разрушительный шквал в июне 2007 года в городе Томске и его пригороде)и Кемеровская область (сосредоточение в регионе инфраструктуры горнодобывающей отрасли).



Выполненная работа является первым опытом получения новых видов информации – метеорологической уязвимости и конкретно ориентированных рисков, обусловленных опасными явлениями погоды на территории юго-востока Западной Сибири. Рассмотрен эмпирический метод оценки погодно-климатических рисков, основанный на экономико-климатической модели оценок социальных и экономических потерь от опасных природных явлений. Важным этапом выполненных разработок явились исследования региональных особенностей режима составляющих риска – вероятности и площади, занимаемой ОЯ.

.



Основные результаты и выводы.

1. Сильный ветер в исследуемом регионе является самым частым опасным явлением и характеризуется значительным диапазоном одновременного охвата, достигающим в отдельных случаях 40-90% территории.

2. Установлена зависимость величины ущерба от масштаба одновременного охвата. Цена риска ущерба в случае значительного ареала охвата в 10 раз превышает ущерб, при наблюдении ОЯ на единичной станции.

3 Площадь, подверженная сильному ветру более 25% территории, отмечается в целом по региону каждые 2-3 года, и возможный экономический риск достигает сотен миллионов рублей.



4. Потенциальный экономический риск от воздействия исследуемых опасных явлений: ветер, шквал, метели, гололёд, град, несоизмерим с уровнем фактических потерь и превышает их на порядок и более. Исключение составляет случай экстремального шквала, прошедшего непосредственно через город Томск и его окрестности.

5. Наиболее уязвимыми ко всему комплексу опасных явлений погоды являются Томская и Кемеровская области.

В заключение отметим, что методология оценки рисков на основе показателей крайних результатов уязвимости, а именно, возможная гибель людей на площади, подверженной опасному явлению и соответствующая макроэкономическая оценка экономического ущерба, достаточно логична и уместна для характеристики крупномасштабных природных и техногенных катастроф .

Применительно к опасным метеорологическим явлениям в районе Сибирского региона, в основном, с умеренным режимом погодно-климатических эксцессов, методология не вполне адекватна.



Климат Новосибирска

Научно-справочное пособие

2010



Научно-справочное пособие
«Климат Новосибирска» обобщает новейшие
данные метеорологических наблюдений в третьем по
величине мегаполисе России в русле современных
задач климатологии и прикладных ее аспектов.

*Состоит из 18 глав. Общий объем 200 стр., 56
иллюстраций, 78 таблиц, 48 таблиц Приложения.*



В работе представлена характеристика ресурсов климата города Новосибирска – солнечное сияние, температура воздуха и почвы, в том числе на глубинах; ветер, влажность воздуха, осадки, облачность, атмосферные явления.

- Впервые исследованы изменения характеристик климата за 110 – летний период, отмечены климатические рекорды.
- Выявлены отличия метеорологического режима в городе и его окрестностях.
- Приведены некоторые специализированные климатические показатели, характеризующие влияние климата на различные сферы жизнедеятельности; опасные явления погоды.
- Дана характеристика состояния загрязнения воздушного бассейна в Новосибирске в динамике за последние десятилетия.



В последней четверти XX века на Земле произошли самые масштабные за весь период инструментальных наблюдений изменения климата, проблема интенсивно проявляющегося глобального потепления стала одной из важных в мире.

Тенденции потепления и изменения других параметров климата проявились и в Новосибирске.

Основные результаты состоят в следующем.



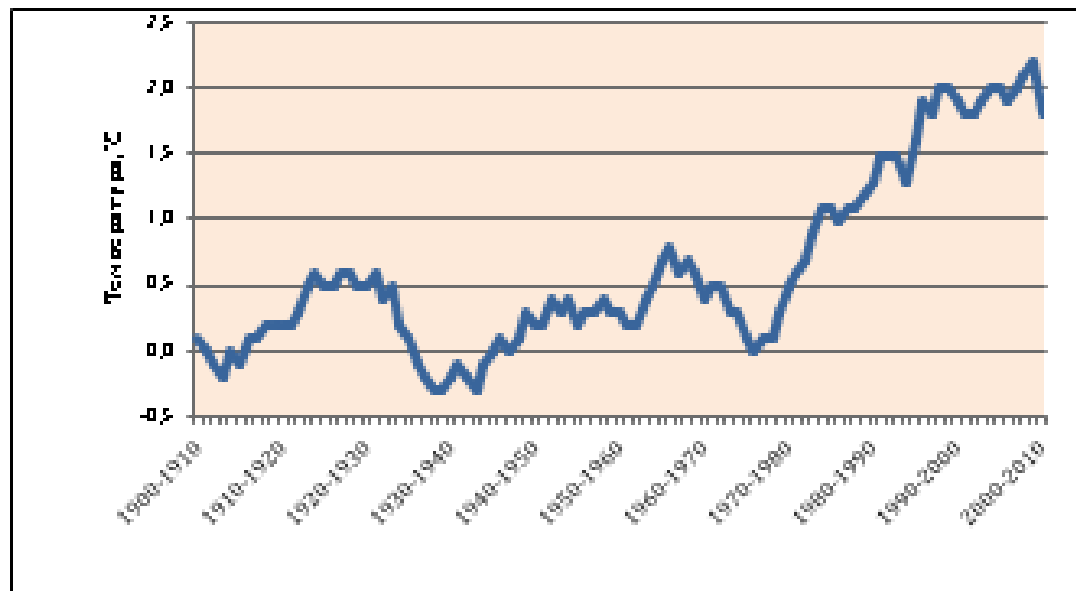
Средняя годовая температура воздуха с 1900 по 2010 гг. изменилась на $0,18^{\circ}\text{C}$ / 10 лет, за период наиболее интенсивного потепления (1976-2010гг.) темпы изменения температуры составили $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Вместе с тем, в первое десятилетие нынешнего века отмечено замедление роста средней годовой температуры воздуха как ввиду учащения холодных зим, так и прохладных летних сезонов (рисунок).

Этот же процесс, но более интенсивно, наблюдается и в глубине почвенного слоя



**Изменение средней годовой температуры воздуха за 1900-2010гг.
(скользящие 11-летние средние)**



**Скорость повышения
температуры воздуха**

1900-2000 гг. на 0,21°C /10 лет

1900-2010 гг. на 0,18°C/10 лет

1976-2010 гг. на 0,40 °C/10 лет

Рисунок 1



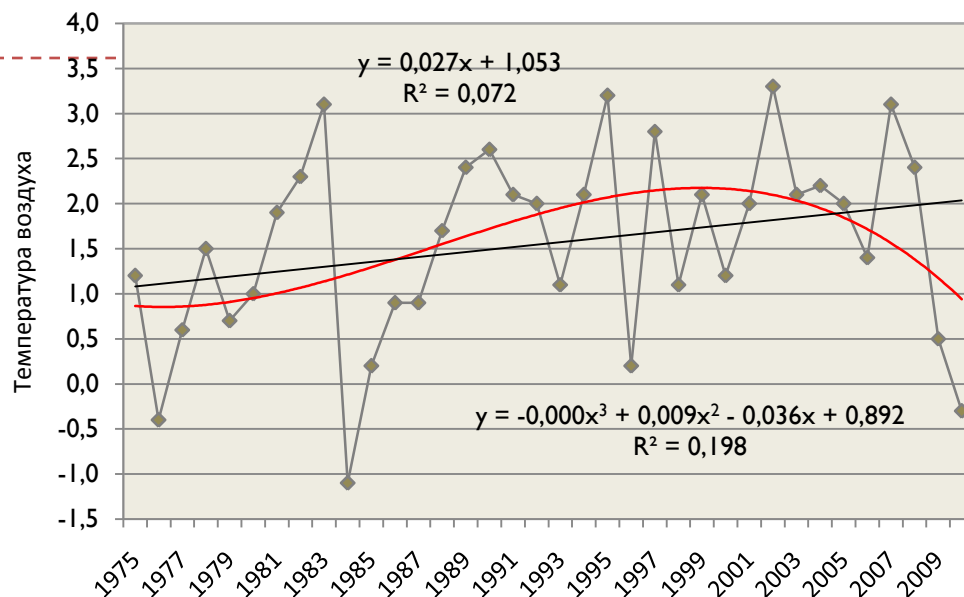
Коэффициент линейного тренда температуры воздуха
(a), параметр R², критерий Стьюдента (t), 1900-2010 гг.

Параметр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
a, °C/10лет	0,24	0,18	0,38	0,30	0,18	0,06	0,05	0,00	0,00	0,16	0,22	0,29	0,18
R ² , %	3,1	2,2	13,8	12,7	7,6	1,5	1,3	0,0	0,0	6,3	3,5	4,5	26,7
t	1,86	1,56	4,15	4,00	3,00	1,28	1,20	0,00	0,00	2,67	1,98	2,25	6,28

Достоверность линейного тренда годовой температуры, в марте, апреле подтверждается на 0,1% -ном уровне значимости.



Температура воздуха за период 1976-2010гг.



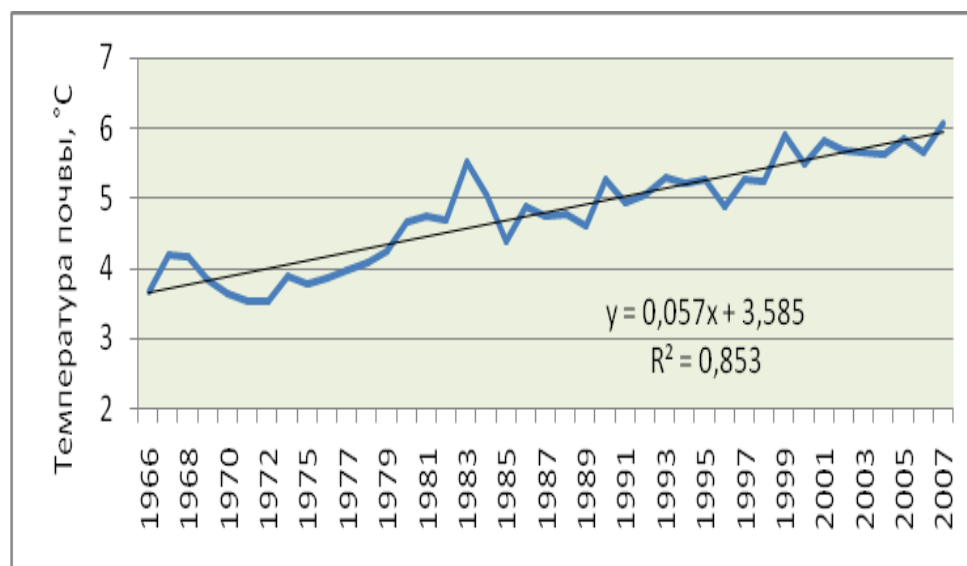
В январе *отрицательный тренд* (не значимый), для подтверждения необходим дальнейший мониторинг

Параметр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
а, °C/10 л	-0,6	0,47	0,91	0,47	0,08	-0,0	0,00	0,37	0,02	0,63	0,58	0,00	0,41
R ² , %	1,5	1,5	8,1	3,6	16,4	1,3	0,0	9,4	0,0	11,3	2,3	0,0	14,6
τ	0,67	0,67	1,75	5,41	2,58	0,94	0,00	1,90	0,00	2,01	0,91	0,00	2,44



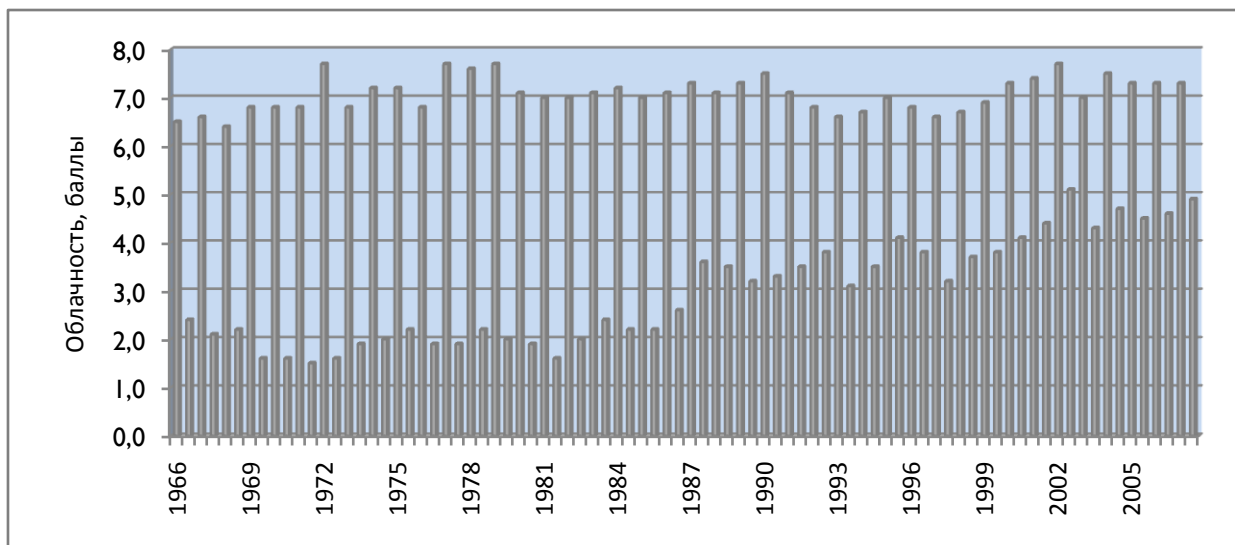
Температура почвы (1966-2007гг.)

Температура поверхности почвы и на глубинах имеет тенденцию к повышению (0,6 - 0,9 °С/ 10 лет), причем более интенсивному, чем температура воздуха.



*Тренд температура почвы на глубине 320 см.
Огурцово*

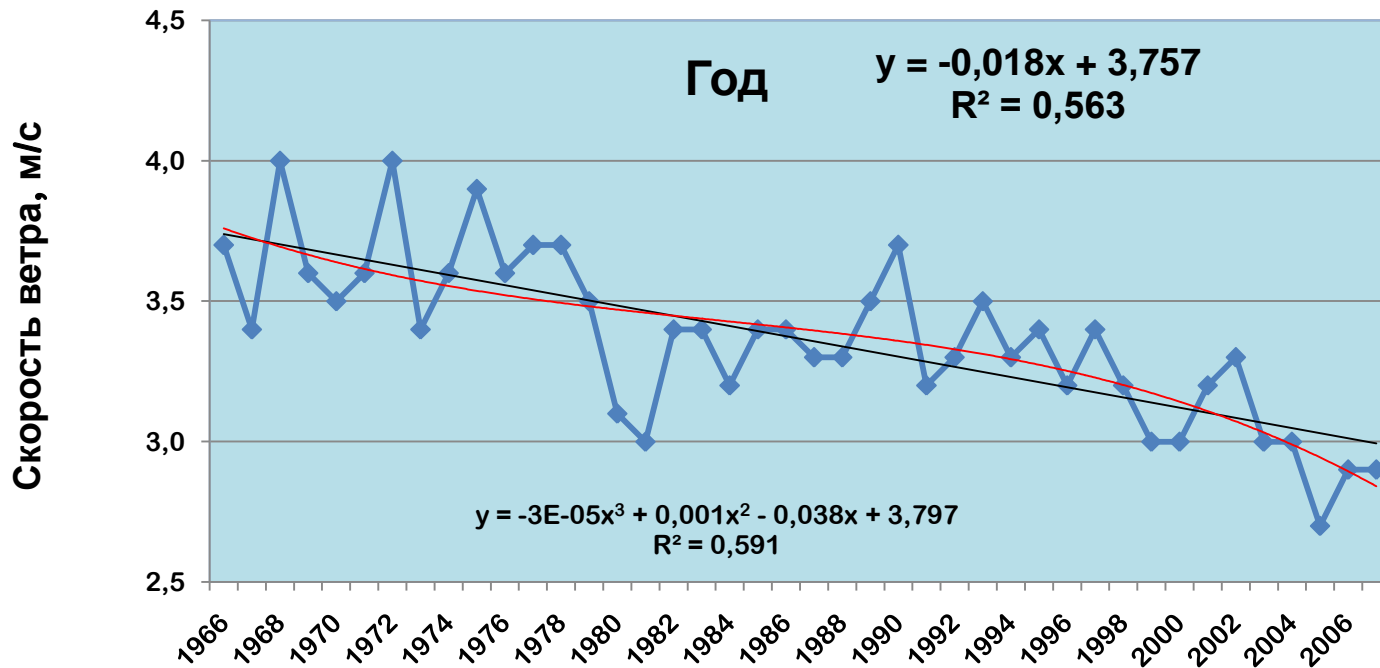
Увеличилось количество осадков и высота снежного покрова.
Уменьшилось число ясных дней и увеличилась повторяемость пасмурной погоды (рисунок). Одна из причин этого связана с увеличением повторяемости зональной формы циркуляции и западно-восточного переноса воздушных масс в тропосфере. Однако **скорости ветра** в приземном слое **ослабли**, редкими стали метели.



Годовое количество общей и нижней облачности (баллы).
Меньшие значения баллов – нижняя облачность.



Скорость ветра



Скорость ветра в Новосибирске уменьшается.

Тенденция отмечается на всей территории РФ. Указываются возможные причины: - падение барических градиентов, смена ветроизмерительных приборов, защищенность метеорологических площадок.

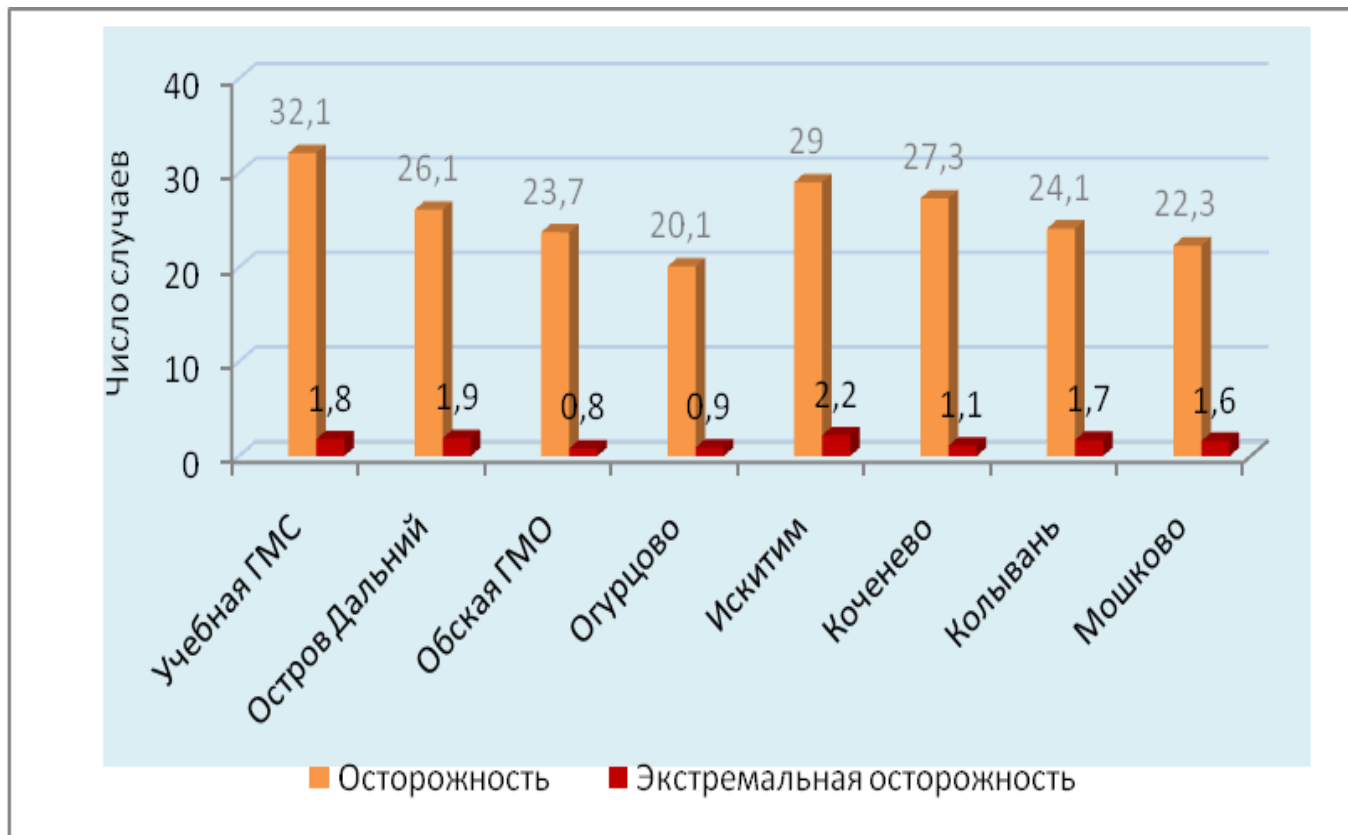
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

По показателям биоклиматических характеристик теплового состояния человека зона проживания новосибирцев относится не к самым крайним категориям дискомфорта и опасности как зимой, так и летом.

Эффективная температура (комплекс температура-относительная влажность) находится к пределам категории климатических условий как «очень холодно» с реакцией организма «сильная угроза обморожения».

Тепловые стрессы – индекс жары ориентирует население на «осторожность» и реже «экстремальную осторожность» при установлении высоких температур (рисунок).





Число случаев с индексов жары в Новосибирске и его окрестностях



Справка

Как недавно сообщила ВМО, 2010 г. был самым теплым за всю историю наблюдений, на том же уровне, что и 1998 и 2005 гг., поскольку сравнительные отличия между тремя годами менее значительны, чем диапазон неопределенности, что только подтверждает наличие долгосрочной тенденции потепления, отмеченной в докладе МГЭИК для всех десяти самых теплых лет в ряду наблюдений за период с 1998 г. Кроме того, на протяжении десяти лет, прошедших с 2001 г., значения глобальных температур в среднем были почти на полградуса выше их среднего значения за 1961-1990 гг. и являются самыми высокими из наблюдавшихся за любой 10-летний период со времени начала проведения инструментальных климатических наблюдений.

В Новосибирске 2010 год был холодным, годовая температура воздуха составила $-0,3^{\circ}\text{C}$ - минусовая - впервые после 1983 года. Годовая температура в ранжированном году наиболее холодных лет с 1900 по 2010 гг. занимает 24 место.



Спасибо за внимание

