

На правах рукописи

Панфутова Юлия Анатольевна

ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА РАВНИННОЙ  
ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РИСКИ, СОЗДАВАЕМЫЕ  
ИМИ

Специальность: 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Санкт-Петербург - 2008

Работа выполнена в государственном учреждении «Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова»

Научный руководитель:

доктор географических наук, профессор, Кобышева Нина Владимировна.

Официальные оппоненты:

доктор географических наук, профессор Хандожко Леонид Андреевич,  
кандидат географических наук Кондратюк Владимир Иосифович

Ведущая организация: Санкт-Петербургский государственный университет.

Защита состоится «29» декабря 2008 г. в 14 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д.327.005.01 в ГУ «ГГО» по адресу: 194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГУ «ГГО».

Автореферат разослан 28 ноября 2008 г.

Ученый секретарь совета по защите  
докторских и кандидатских диссертаций  
доктор географических наук

А. В. Мещерская

## Общая характеристика работы

### **Актуальность темы**

Опасные явления погоды, ОЯ, наносят большой вред человеку и его экономической деятельности и создают большую угрозу устойчивому развитию экономики стран. На территории России ОЯ – это основной метеорологический источник природно-техногенных бедствий и катастроф.

В последние годы по данным ряда авторов повторяемость ОЯ в целом по России возросла. При этом заметно увеличился ущерб от ОЯ. По данным руководителя Росгидромета А.И. Бедрицкого в России с каждым годом происходит на 6% больше ОЯ. Наибольшие потери наблюдаются при воздействии ОЯ на особо опасные объекты: атомной, газовой и нефтяной промышленности, на гидротехнические сооружения, угольные шахты и др.

Согласно информации IPCC [IPCC, 2007], затраты, связанные с погодными стихийными бедствиями в мире в течение периода 1950-2005 гг. возрастали по экспоненте. Это связано с техническим прогрессом, ростом урбанизации, появлении систем, в режиме которых не должно быть перерывов, изношенностью многих сооружений, региональной экономической деградацией и т.п.

Для разработки нейтрализующих и смягчающих действие ОЯ мероприятий необходимо количественно оценить возможность возникновения ОЯ в разных районах России и связанные с ОЯ потери.

Адаптационным действиям должно предшествовать определение риска, который в вероятностной форме количественно выражает положительный и отрицательный эффект опасного явления.

Таким образом, задача диссертации – разработка методики определения климатических характеристик ОЯ и оценки уязвимости и предметно ориентированных рисков, создаваемых ОЯ и ее реализация на равнинной территории центральной и южной части России – актуальна и своевременна.

### **Цель и задачи работы.**

Целью настоящей работы является разработка методов определения по многолетним рядам наблюдений достоверных климатических характеристик ОЯ по административным районам, позволяющим оценить уязвимость и риски при наступлении ОЯ и реализация данных методов для получения подробной информации о режиме ОЯ на равнинной территории центральной южной части России.

В соответствии с этой целью в диссертационной работе поставлены решены следующие задачи:

- Составить общую характеристику ОЯ на пространстве РФ за четырнадцать лет (до 2003 г.) по данным публикаций в обзорах в журнале «Метеорология и гидрология».

- Установить перечень специализированных климатических показателей ОЯ, позволяющих оценивать уязвимость и риски при возникновении ОЯ.

- Разработать метод статистической обработки регулярных данных наблюдений за ОЯ и получения климатических данных по повторяемости, продолжительности и размерах ОЯ.

- Разработать метод косвенной оценки уязвимости экономики, создаваемой различными ОЯ, и проблемно ориентированных рисков, включающий инновационную оценку агрессивности каждого ОЯ.

- Рассчитать специализированные климатические характеристики, включая уязвимость и риски основных ОЯ, на равнинной территории южной части РФ по данным ежедневных наблюдений для административных областей на рассматриваемой территории.

- Построить и проанализировать карты повторяемости и рисков основных ОЯ.

### **Научная новизна работы**

Представляемая диссертационная работа является первым климатическим исследованием метеорологических ОЯ на значительной части территории РФ, доведенным до количественной оценки уязвимости, возникающей под влиянием каждого ОЯ, что позволяет рассчитать проблемно ориентированные риски.

В работе:

- предложен новый метод косвенной оценки агрессивности каждого ОЯ, основанный на расчете силы воздействия ОЯ на условную поверхность;

- составлена таблица коэффициентов, корректирующих уязвимость;

- выполнено картирование характеристик ОЯ, включая риски для равнинной территории южной половины ЕЧР и АЧР;

- впервые сформулированы принципы климатологической обработки и обобщения данных наблюдений за ОЯ;

- получены стоимостные оценки уязвимости экономики при возникновении каждого ОЯ.

### **Научная и практическая значимость работы**

Экономика предъявляет собой все более жесткие требования к науке о климате, что объективно обусловлено усложнением производственных процессов, ростом потенциального ущерба от стихийных явлений и другими причинами. Такая ситуация требует новых и все более сложных типов климатологического обслуживания почти в каждом секторе экономики. Исследование опасных метеорологических явлений и количественных оценки рисков, создаваемых ими, является существенным вкладом в развитие прикладной климатологии.

До последнего времени проблемы уязвимости экономики и рисков вследствие наступления ОЯ и стихийных бедствий оценивались с помощью некоторых индексов. Индексы уязвимости, имея ряд положительных сторон (возможность сравнения, картирование уязвимости и др.), не позволяли выполнить секторальное экономическое оценивание уязвимости и рисков от того или иного конкретного ОЯ, составить количественную оценку последствий ОЯ и, следовательно, принять обоснованные адаптационные меры.

В диссертационной работе представлен метод оценки уязвимости, риска и стоимостных оценок ущерба, связанного конкретными ОЯ, что свидетельствует о её научной значимости.

Практическая значимость работы состоит в апробации данного метода на материале расчёта ущерба и рисков для значительной территории Российской Федерации, представленном в диссертации. Разработанная методика реализована в виде методических рекомендаций для УГМС в процессе выполнения региональной тематики Росгидромета 2008 г.

Предлагаемый метод открывает широкие возможности оценивания предметно-ориентированных погодно-климатических рисков, связанных с ОЯ, которые должны служить основой для разработки адаптационных мероприятий в различных секторах экономики (энергетики, строительстве, транспорте).

Результаты выполненной работы позволяют оценивать последствия изменений климата и принимать хозяйственные решения по безопасности и устойчивому развитию экономики.

### **Положения, выносимые диссертантом на защиту**

1. Методика климатологической обработки метеорологической информации об ОЯ для специализированного обслуживания различных секторов экономики РФ, отсутствие которой до настоящего времени приводило к противоречивым результатам различных авторов.

2. Характеристика режима ОЯ на равнинной части РФ по станциям и административным районам в условиях меняющегося климата.

3. Методика оценки рисков ОЯ и их значимости.

4. Оценки рисков нанесения ущербов экономике опасными метеорологическими явлениями погоды на равнинной территории РФ.

### **Внедрение**

Результаты исследования по теме диссертации были использованы при выполнении:

- тем НИР «Выполнить прикладные исследования наблюдаемых и ожидаемых изменений климата и их последствий на территории Российской Федерации для природных систем и секторов экономики и изучить возможность адаптации».

- региональной темы 8.29 «Районирование территории Нижегородской области по степени благоприятности факторов гидрометеорологической безопасности для деятельности отраслей экономики и жизнедеятельности населения на основании подходов, разработанных ГГО»

- региональной темы 8.39. «Подготовить и издать региональное научно-справочное пособие «Климатические ресурсы и погодные риски Ростовской области и Республики Калмыкия и их изменение в условиях меняющегося климата для обеспечения гидрометеорологической безопасности и устойчивого развития территорий».

### **Апробация работы и публикации**

Основные положения диссертационной работы докладывались на второй конференции молодых ученых национальных гидрометслужб государственных участников СНГ «Новые методы и технологии в гидрометеорологии», на заседании метеорологической комиссии Русского географического общества, на XII съезде Русского географического общества, на семинаре центра по сейсмостойкости строительства и защите стихийных бедствий, а также опубликованы в Трудах ГГО им. А. И. Воейкова, вып. 556, в сборнике докладов конференции «Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей» и в статье «Методика расчета социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды» (в печати).

## **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из 4 глав, введения и заключения, списка использованной литературы. Объем диссертации - 159 стр. текста, в том числе 37 таблиц и 52 рисунка. Список использованной литературы насчитывает 77 наименований на русском и английском языках.

### Краткое содержание работы

**Во введении** обосновывается актуальность темы диссертации. Опасные явления ОЯ наносят большой вред человеку и его экономической деятельности и составляют угрозу устойчивому развитию экономики. Поэтому изучение их повторяемости, продолжительности, интенсивности и других характеристик является задачей первостепенной важности.

**В первой главе** содержится описание критериев опасных метеорологических явлений, сформулированных Росгидрометом РФ. Указывается на то, что данная система критериев не единственная. Во-первых: в различных УГМС данные критерии несколько изменены применительно к климатическим особенностям данного региона. Например, критическая скорость ветра увеличена до 30 м/с или критическая температура воздуха понижена до -40°C. Во-вторых: существует совокупность критериев ОЯ, составляющих опасность для технических секторов экономики (строительства, энергетики, транспорта), (РД Гост Р 22.0.03-95). В диссертационной работе используется система критериев, утвержденная Росгидрометом, т.к. она имеет более общий характер и ОЯ, рассчитанные при ориентации на нее представляют опасность для объектов во всех секторах экономики.

В обзорной части первой главы критически рассматриваются статистические результаты исследований других авторов, относящихся к разным регионам РФ и стран СНГ (Украина, Кавказ, Сибирь, Дальний Восток и др.). Особое внимание уделено сбору и обобщению опубликованных данных об ущербах, связанных с различными ОЯ. Опасные явления распределены по секторам экономики в зависимости от создаваемой ими опасности для объектов сектора. Кроме того, проанализированы разработанные к настоящему моменту методы оценки уязвимости экономики под воздействием ОЯ, основанные на индексах виде комбинации относительных экстремумов метеорологических величин. Автор диссертации отмечает, связи между климатическими экстремумами и чрезвычайными ситуациями могут быть достаточно сложными. Так, одна и та же чрезвычайная ситуация (ОЯ) может быть вызвана различными метеорологическими и циркуляционными факторами. Одним из основных недостатков таких оценок, на которые указано в диссертационной работе, явля-

ется невозможность определения ущерба от действия конкретных ОЯ и, следовательно, невозможность расчета секторальной (объектно-ориентированной) уязвимости. Из этого вытекает также и невозможность разработки адаптационных мероприятий по значениям данных показателей уязвимости.

**Вторая глава** является методической и составляет теоретическую основу диссертации. Она начинается с характеристики использованных для обработки рядов данных об ОЯ. Составлено два основных архива ОЯ по двум источникам. Один архив состоит из сведений об ОЯ, выбранных из обзоров аномальных явлений погоды опубликованных в журналах «Метеорология и гидрология» за 14 лет. Вторым источником данных служат ежемесячники. Выборка данных проведена из ежемесячников для равнинной территории южных и центральных районов РФ за 20 лет (1986-2005гг) ч.2. по ежегодным данным за все месяцы года. Исходный материал тщательно проанализирован и проверен на однородность. За рассмотренный период количество метеорологических станций и постов менялось. Изменения количества станций и постов указано в работе и учтено при обработке (закрывались к концу периода преимущественно посты, число станций менялось незначительно). Обрабатывались только ряды всего периода.

Сделан вывод о том, что информация об ОЯ, полученная по данным ежемесячников более надежна. Оперативные данные об ОЯ, помещенные в журнале «Метеорология и гидрология» менялись в соответствии с изменением критериев и в первые годы рассматриваемого периода были представлены не достаточно аккуратно. Число ОЯ по данным журнала меньше, чем по данным ежемесячников. Тем не менее, результаты обработки первого вида рядов использованы: во-первых, при заполнении пропусков в записи ежемесячников и, во-вторых, для общей характеристики распределения ОЯ по территории всей России.

При последующей обработке рекомендуется использовать только первичные данные, содержащиеся в таблицах ТМ-1 или ежемесячниках.

Создаваемая ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» база сведений о неблагоприятных и опасных явлениях в работе не использовалась и не могла быть использована из-за принципа, положенного в основу создаваемой базы. Дело в том, что в базу включались только те ОЯ, которые создавали значительный экономический эффект и, наоборот, включались явления несоответствующие критериям ОЯ, но приведшие к значительным потерям. Например, случай с ветром 21-24 м/с был включен в базу сведений об ОЯ, так как им был нанесен ущерб, а сильный ливневой дождь с количеством осадков 67 мм и продолжительностью 20 минут



нет, поскольку ущерб отсутствовал (А.И. Бедрицкий, А.А. Коршунов, Л.А. Хандожко, М.З. Шаймарданов, 2004).

Таким образом, использование данной базы привело бы к методической неоднородности рядов ОЯ.

Климатическая обработка первичной информации об ОЯ является более сложной по сравнению с обработкой данных наблюдений метеорологических величин.

Во-первых, некоторые ОЯ в слабо освещенных в метеорологическом отношении районах, пропускаются наблюдателями («проскакивают» между станциями).

Во-вторых, в ряде случаев трудно определить одно и то же или два разных явления наблюдались на двух соседних станциях. В результате климатические характеристики по повторяемости ОЯ на станциях нельзя обобщать по району.

В-третьих, как указывалось выше, критерии ОЯ в публикуемых инструкциях многократно менялись, что привело к неоднородности рядов ОЯ.

Для сохранения однородности рядов данных, в работе использовались критерии 1996 г., а не последние (2002 г.). Этот выбор объясняется тем, что УГМС до сих пор руководствуются не последней, а предыдущей инструкцией.

В связи с тем, что ОЯ приводят к техногенным авариям и катастрофам, особенно в случаях воздействия на особо опасные объекты, возникает необходимость расчета уязвимости этих объектов и рисков, обусловленных ОЯ.

Понятие риска является достаточно сложным и до сих пор не канонизировано. Поэтому в работе изложены разные подходы к определению риска, опубликованные в различных источниках, посвященных этой проблеме.

В работе принято следующее определение риска.

Риск есть функция двух переменных – частоты и последствий нежелательного события (рис.1):

$$\text{Риск} = f(F, C),$$

где F – частота; C – последствия.

В частном случае, когда последствие конкретно и измеряется по типу «Да/Нет», «Происходит/Не происходит» (например, жизнь/смерть), тогда риск становится функцией одной переменной, а именно – частоты (F) нежелательного события:

$$\text{Риск} = f(F).$$

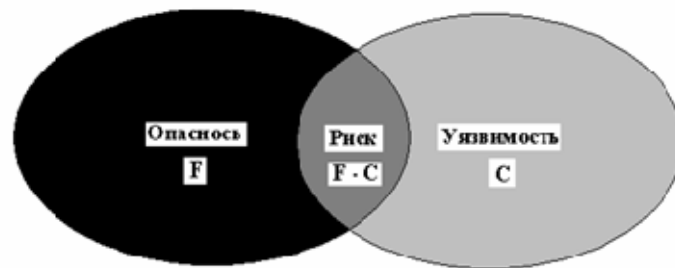


Рис. 1. Модель риска.

Примечание: F – частота возникновения опасности; C – вероятность уязвимости реципиента риска от опасности.

Определения различных видов риска от ОЯ встречает целый ряд затруднений при расчетах, как первой, так и второй составляющей риска. При определении частоты опасного явления приходится различать явления, наблюдающиеся только один раз в году и явления, наблюдающиеся несколько раз. В первом случае вероятность явлений определяется как число явлений к числу лет исследуемого ряда (20 лет). Во втором случае первоначально рассчитывается не вероятность числа явлений, а вероятность лет с явлением. Частота явлений в каждом году учитываются позже при окончательном расчете риска.

Основной трудностью второго этапа расчета риска является отсутствие достоверной и доступной информации об уязвимости территории, т.е. ущербе, создаваемом ОЯ. Поэтому вторую составляющую риска пришлось определять в основном косвенным способом.

Ущерб и риск создаваемый ОЯ зависит от трех основных факторов:

- размер площади охвата опасным явлением;
- продолжительность ОЯ;
- степень агрессивности ОЯ или сила воздействия на объекты экономики.

Все эти три фактора учитывались при оценке доли ВВП, приходящийся на одного человека, в расчетах экономического риска.

Следует иметь в виду, что уязвимость зависит еще от степени развития территории подвергающейся ОЯ. Чем более совершенна экономика, тем больший ущерб возникает при прохождении через нее ОЯ, а также от географических особенностей территории.

Первоначально был модифицирован метод расчета риска, опубликованный в работе «Районирование территории России по степени опасности возникновения смерчей» (Кобышева Н.В. и др., 2001).

В основе косвенного метода расчета экономического риска лежат следующие основные постулаты:

- развитие индустрии и сельского хозяйства тесно связано с плотностью населения;
- экономическим эквивалентом уязвимости или ценой риска является доля валового промышленного продукта (ВВП) и основного фонда, приходящегося на одного жителя России.

Риском, вслед за авторами, названа вероятность нежелательного события и размер его последствия.

$$P = p \cdot x ,$$

где:  $p$  – вероятность события;  $x$  – последствия события или уязвимость некоторого объекта подвергающегося воздействию ОЯ.

Социальный риск  $P_{соц}$ , представляет собой соотношение между числом людей, подвергшихся воздействию источника опасности, и вероятностью такого события.

Величины, указанные в формулах, могут быть представлены в следующем виде:

$$x = m \cdot \frac{s}{S} \cdot t \cdot k ,$$

где:  $m$  – число людей на рассматриваемой территории;

$s$  – средняя площадь ОЯ, км<sup>2</sup>;

$S$  – площадь территории, км<sup>2</sup>.

Средняя площадь, занимаемая событием, определялась, при рассмотрении отдельных случаев возникновения ОЯ. В тех случаях, когда такую площадь, определить было нельзя, в качестве радиуса данной площади принимался радиус корреляции данного явления.

В случае, когда ОЯ наблюдалось только 1 раз в году:

$$p = n / N ,$$

где:  $n$  – число ОЯ на данной территории за весь период наблюдений;  $N$  – число лет наблюдений;

Когда ОЯ наблюдалось несколько раз в году, вероятность лет с ОЯ определяется по формуле:

$$p = N' / N$$

где  $N'$  – число лет с ОЯ.

Риск нанесения социального ущерба рассматриваемой территории определяется по формуле:

$$P_{соц} = p \cdot \frac{S}{S} \cdot t \cdot m \cdot k,$$

где  $t$  – средняя продолжительность ОЯ, дни,

$k$  – коэффициент агрессивности,

а вероятность риска:

$$P_R = \frac{n}{N} \cdot \frac{S}{S}$$

Если рассчитывалась не вероятность явления, а вероятность лет с явлением, то полученный риск умножался на максимальное число явлений в году.

Общая формула социального риска или вероятности поражения конкретного реципиента имеет следующий вид:

$$P_{соц} = p \cdot \frac{s_i}{S} \cdot \frac{S}{S} \cdot t \cdot m \cdot k$$

где  $s_i$  – площадь реципиента, км<sup>2</sup>.

Приведенные выше формулы позволяют оценить уязвимость и риски, создаваемые ОЯ для различных реципиентов, т.е. решать задачи оценки рисков на объектном уровне.

Основой экономического механизма управления риском является определение экономического ущерба ( $Y$ ), создаваемого опасным событием. Совокупный ущерб на данной территории может быть назван экономическим риском ( $P_э$ ):

$$P_э = Y = A \cdot P_{соц},$$

где:  $A$  – коэффициент, называемый ценой риска, полагаемый равным доле ВВП и основного фонда России, приходящегося на одного жителя России.

Для перехода к экономическому риску необходимо количественно оценить ущерб, используя ВВП. При этом определялась продолжительность каждого ОЯ и рассчитывалась доля ущерба за период равный продолжительности явления.

Примеры создаваемых рисков смерчем и сильным дождем иллюстрируют необходимость учета третьего из перечисленных фактора, то есть агрессивности явления. Агрессивность каждого ОЯ оценивалась по силе давления, оказываемого на подстилающую поверхность. Так как агрессивность ОЯ – «сильный ветер» занимает центральное положение (агрессивность других может быть как больше, так и меньше) для установления коэффициента агрессивности ОЯ, прежде всего, рассчитывается давление ветра или ветровой напор по формуле:

$$V_H = mV_{max}^2/2$$

или

$$V_H = V_{max}^2/16$$

Для скорости ветра 25 м/с (критерий ОЯ – «сильный ветер»)  $V_H \approx 38$  кг/м<sup>2</sup>. Воздействие этой предельной скорости ветра на некоторый условный объект принимается за основу и коэффициент  $k$  приравнивается к единице. По

остальным явлениям также рассчитывается давление, оказываемое ими на объекты, и соответствующий коэффициент определяется как отношение данного давления к давлению ветра. Коэффициенты приведены в табл. 1

Таблица 1

Вид ОЯ	ветер	град	дождь	смерч	гол.-изм. отложе- ния	ли- вень	ме- тель	шквал	снег
Коэффициент	1	3	0,002	6	2,5	0,03	0,8	1,4	1

Для контроля порядка ущерба, рассчитанного косвенным способом, были собраны сведения о наблюдавшихся ущербах от рассматриваемых ОЯ на различной территории. Ущерб, полученные косвенным путем, сравнивались с диапазоном фактически наблюдавшихся ущербов. Рассчитанные в работе вероятности ущербов и социальных рисков попадают в область приемлемых и чрезмерных рисков.

**В третьей главе** рассматриваются пространственно-временные закономерности распределения ОЯ. Эта информация представлена в виде среднего годового числа случаев с явлением. Затем были рассчитаны 99 %-ые квантили распределения числа случаев с ОЯ по закону Пуассона. Построена карта повторяемости ОЯ для территории России (рис. 1)

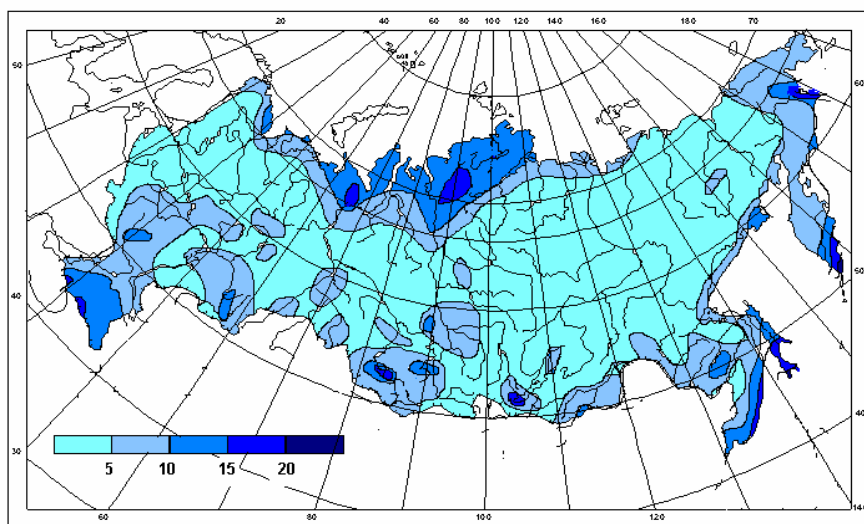


Рис. 1. Максимальное годовое число дней с опасными явлениями (возможное 1 раз в 100 лет)

Распределение ОЯ по территории РФ носит пятнистый характер и в значительной степени зависит от рельефа и степени близости к крупным водным акваториям. Наиболее часто ОЯ наблюдается в западной части арктического побережья АЧР, на Северном Кавказе и местами на восточном побережье РФ, на Сахалине, на юге Поволжья, на Алтае, на юге Прибайкалья и Забайкалья. На

отдельных станциях число ОЯ приближается и даже превышает 100 случаев. Так на Сахалине наибольшая повторяемость ОЯ 73 случая (мыс Крильон), в Ямало-Ненецком автономном округе на станции Ра-Из наблюдается 124 случая.

На северном Кавказе преобладают сильные дожди, ливни, пыльные бури, гололедно-изморозные отложения, на Алтае – метели, на побережье Северного ледовитого океана – сильные ветры и метели, на дальневосточном побережье – сильные ветры, метели, дожди и гололедно-изморозные отложения. В целом, чаще всего наблюдаются сильные ветры и связанные с ними ОЯ.

Исследования временной изменчивости повторяемости ОЯ проведена по данным публиковавшимся в журнале «Метеорология и гидрология». Результаты анализа временных изменений ОЯ изображены на рис. 2, на котором представлена повторяемость ОЯ с 1986 по 2005 годы. Из рисунка видно, что повторяемость ОЯ имеет циклический характер (в отдельные годы, такие как 1991 и 2000, повторяемость ОЯ минимальная – 118 и 131 соответственно, а в другие годы, такие как 1995 и 2004, число ОЯ достигало 250 и 390 соответственно). Тренд повторяемости ОЯ положителен с коэффициентом 8,2571.

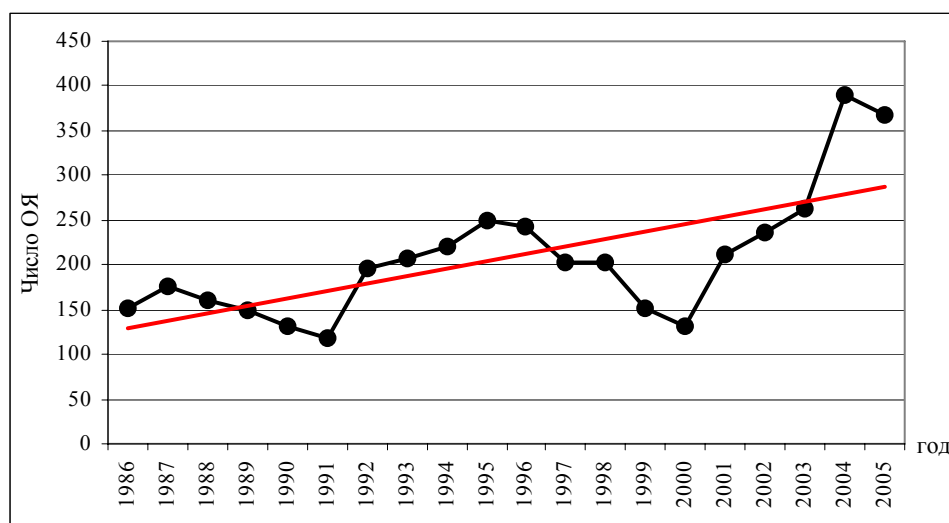


Рис. 2. Опасные метеорологические явления на территории Российской Федерации

На следующем этапе работы составлена характеристика опасных явлений на равнинной территории южных и центральных районов РФ.

Исследуемая территория находится в относительно благоприятных условиях по количеству ОЯ. На европейской части наиболее подвержены воздействию ОЯ Саратовская, Нижегородская, Оренбургская и Кировская области (в

Саратовской области среднее число ОЯ достигает 6,4). В самых благоприятных условиях погоды находятся Пензенская, Ивановская, Ульяновская области, а также Мордовия, Удмуртия, Чувашия, Марий Эл. На АЧР ОЯ больше чем на ЕТР. Наиболее опасным районом на рассматриваемой территории является Алтайский край (табл. 2). Меньше всего ОЯ в пределах Азиатской территории в Томской области.

Таблица 2

Среднее годовое число случаев с различными ОЯ.

Административный район	Вид явления										всего
	ветер*	дождь*	снег*	смерч*	г.и.о.*	град*	туман*	метель*	шквал*	ливень*	
Ярославская обл.	0	1.4	0.5	0.1	0.2	0.1	0	0	0.1	0.1	2.4
Костромская обл.	0.9	1.4	0.6	0	0.1	0.1	0	0	0.2	0.1	3.4
Кировская обл.	1.2	2.1	0.7	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.4	5.3
Ивановская обл.	0.2	1.1	0.4	0.1	0	0	0	0	0.1	0.1	1.9
Владимирская обл.	0.1	0.7	0.4	0	0.2	0.1	0	0	0	0.1	1.5
Нижегородская обл.	0.5	2.4	1.4	0.2	0.3	0.2	0.1	0	0.2	0.4	5.4
Марий Эл	0.3	0.5	0.4	0.2	0.1	0	0	0	0.1	0.1	1.5
Удмуртия	0.3	0.6	0.1	0.2	0.1	0.2	0	0	0.2	0.2	1.7
Чувашия	0.5	0.7	0.3	0.1	0	0	0	0	0.2	0.3	2
Татарстан	0.5	1.5	0.5	0.1	0	0.1	0.2	0.7	0.1	0.3	3.8
Рязанская обл.	0.3	1.8	0.4	0	0.1	0.2	0	0.1	0.2	0.1	3.1
Мордовия	0.2	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0	1.5
Пензенская обл.	0.2	0.7	0.3	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.3
Ульяновская обл.	0.2	0.8	0.2	0	0	0.1	0	0.1	0.2	0.2	1.7
Самарская обл.	0.1	0.8	0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	0.3	0.1	2.4
Саратовская обл.	0.7	1.5	1.2	0.2	1.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	6.4
Оренбургская обл.	0.6	1	1.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.8	0.6	0.5	5.3
Красноярский край	2.4	2.1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.5	0.5	0.5	0.9	7.7
Томская обл.	1.0	1.2	0.3	0	0.3	0.3	0	0	0.3	0.3	3.6
Омская обл.	2.0	1.2	0.8	0.3	0	0.4	0	1.1	0.3	0.3	6.2
Новосибирская обл.	3.8	2.3	0.4	0.2	0.1	0.7	0.1	0.6	0.6	0.2	8.6
Кемеровская обл.	4.8	0.8	1.2	0	0.1	0.4	0.8	0.6	0.3	0.1	8.9
Алтайский край	10.9	1.5	0.5	0.1	0.3	0.6	0.2	2.1	0.9	0.1	17

Примечание: г.и.о. – гололедно-изморозевые отложения.

\*- представлены ОЯ по этим явлениям

На рисунках (3 и 4) представлена повторяемость лет и преобладающий вид ОЯ для рассматриваемых территорий.

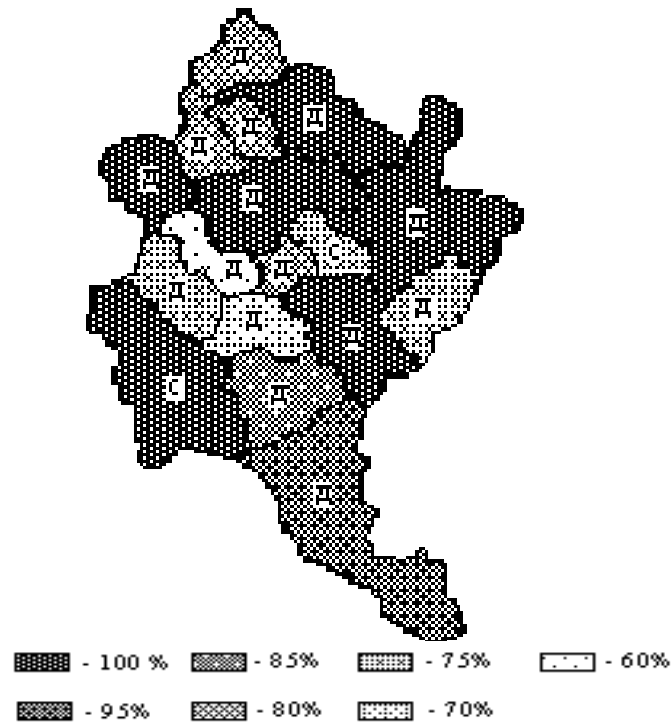


Рис. 3. Повторяемость лет с опасными явлениями на территории Поволжья и преобладающий вид ОЯ.

Примечание: Д – сильный дождь, С – сильный снег.

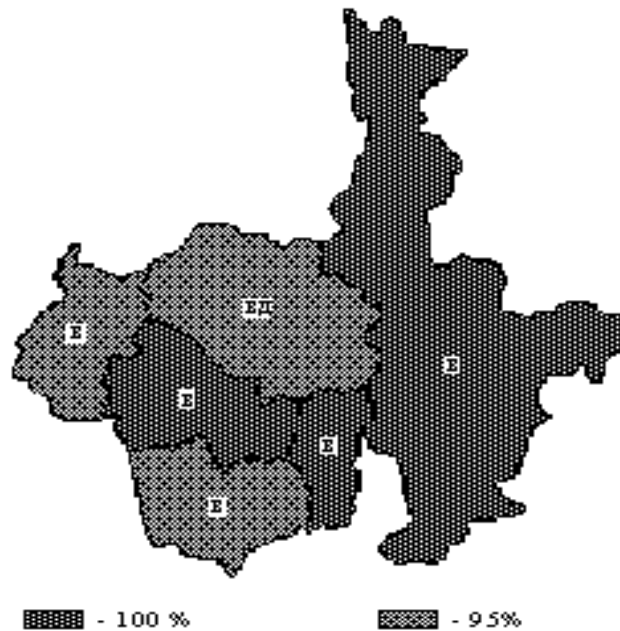


Рис. 4. Повторяемость лет с опасными явлениями на территории Сибири и преобладающий вид ОЯ.

Примечание: В – сильный ветер, Д – сильный дождь.



На рисунке 5 представлена максимальная повторяемость ОЯ, возможных 1 раз в 100 лет.

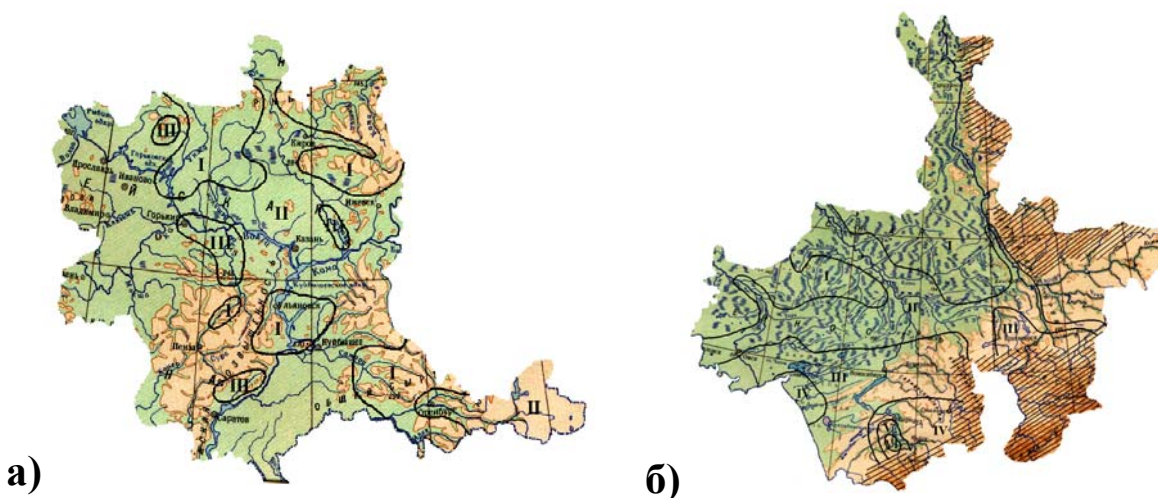


Рис. 5. Максимальная повторяемость опасных метеорологических явлений, возможная 1 раз в 100 лет.

а) – территория Верхнего и Среднего Поволжья; б) – территория Средней и Западной Сибири

Примечание: I – 1 ОЯ, II – 2 ОЯ, III – 3-4 ОЯ, IV – 5-6 ОЯ, V – 7-9 ОЯ, VI  $\geq$  10 ОЯ.

На всей рассматриваемой территории Верхнего и Среднего Поволжья повторяемость максимального числа случаев всех метеорологических опасных явлений колеблется от 1 до 4.

На территории Средней и Западной Сибири наблюдается увеличение повторяемости ОЯ к югу (от 1 до 10 ОЯ).

Аналогичные карты построены для каждого вида ОЯ.

Временные закономерности распределения ОЯ представлены в работе на 23 рисунках. Анализ рисунков не позволяет сделать общего вывода о характере изменения ОЯ во времени. Например, в Нижегородской и Ивановской областях наблюдается рост повторяемости ОЯ, в то время как в Новосибирской и Кемеровской областях – уменьшение.

**Четвертая глава** посвящена описанию системы рисков ОЯ, рассчитанных по методике представленной во второй главе.

В таблицах 3. и 4. представлены социальный и экономический риски.

Таблица 3

## Социальный риск от ОЯ (тыс.чел.)

Административный район	ветер	дождь	смерч	град	гол.-изм. отложения	метель	шквал	снег
Оренбургская обл.	59.3	0.5	0.01	0.1	7.0	72.6	20.5	321.0
Пензенская обл.	41.6	0.9	0.00	0.1	0.0	16.9	5.5	239.9
Самарская обл.	25.3	1.7	0.03	0.3	11.9	92.8	40.0	656.8
Саратовская обл.	99.0	0.9	0.04	0.2	51.8	40.4	30.4	714.5
Татарстан	164.6	2.0	0.05	0.2	0.0	258.9	9.3	712.5
Ульяновская обл.	45.4	1.2	0.00	0.2	0.0	37.1	18.0	196.7
Омская обл.	112.7	0.6	0.02	0.3	0.0	89.2	10.5	172.2
Красноярский край	28.7	0.2	0.00	0.0	1.0	12.5	5.7	53.2
Алтайский край	124.5	0.5	0.00	0.3	9.3	112.2	25.9	255.3
Кемеровская обл.	232.3	0.9	0.00	0.5	6.1	126.3	25.5	670.5
Новосибирская обл.	113.8	0.6	0.02	0.3	6.0	54.2	20.0	164.3
Томская обл.	21.0	0.1	0.00	0.0	4.0	0.0	2.2	66.6
Владимирская обл.	27.9	1.7	0.00	0.1	39.4	0.0	0.0	476.3
Ивановская обл.	72.6	1.6	0.06	0.0	0.0	0.0	9.6	272.2
Кировская обл.	45.1	0.5	0.01	0.0	7.1	30.7	7.9	195.4
Костромская обл.	58.6	0.4	0.00	0.1	3.1	0.0	7.7	225.6
Марий Эл	80.0	0.4	0.03	0.0	6.3	0.0	5.3	254.8
Мордовия	43.2	0.6	0.05	0.1	6.8	35.3	17.1	177.7
Нижегородская обл.	158.2	2.3	0.07	0.3	46.5	0.0	15.6	1 455.0
Рязанская обл.	64.1	1.3	0.00	0.1	15.1	39.2	12.7	416.4
Удмуртия	81.2	1.1	0.04	0.3	7.6	0.0	19.3	140.6
Чувашия	179.2	1.0	0.07	0.0	0.0	0.0	35.4	646.6
Ярославская обл.	0.0	1.4	0.05	0.1	27.9	0.0	15.6	506.6

Таблица 4

## Экономический риск от ОЯ (млн. руб.)

Административный район	ветер	дождь	смерч	град	гол.-изм. отложения	метель	шквал	снег
Оренбургская обл.	30.8	0.3	1.6	22.3	7.3	75.5	10.7	166.9
Пензенская обл.	21.6	0.5	0.0	13.9	0.0	17.6	2.8	124.7
Самарская обл.	13.1	0.9	5.4	50.8	6.2	193.1	20.8	341.6
Саратовская обл.	103.0	0.4	7.1	44.2	619.2	42.0	15.8	743.1
Татарстан	85.6	1.0	10.1	47.2	0.0	269.2	4.8	370.5
Ульяновская обл.	23.6	0.6	0.0	30.4	0.0	19.3	9.3	102.3
Омская обл.	58.6	0.3	2.8	60.0	0.0	92.8	5.5	89.5
Красноярский край	14.9	0.1	0.4	8.2	1.5	13.0	2.9	27.6
Алтайский край	129.5	0.2	0.0	52.7	4.8	116.7	13.5	132.8
Кемеровская обл.	120.8	0.4	0.0	103.7	3.2	131.4	13.3	348.7
Новосибирская обл.	118.4	0.3	4.1	63.5	3.1	56.3	10.4	85.4
Томская обл.	10.9	0.1	0.0	8.4	2.1	0.0	1.2	34.6
Владимирская обл.	14.5	0.9	0.0	28.1	82.0	0.0	0.0	247.7
Ивановская обл.	37.8	0.8	10.4	0.0	0.0	0.0	5.0	141.6
Кировская обл.	23.5	0.3	1.1	5.0	3.7	31.9	4.1	101.6
Костромская обл.	30.5	0.2	0.0	13.1	1.6	0.0	4.0	117.3
Марий Эл	41.6	0.2	5.7	0.0	3.3	0.0	2.7	132.5
Мордовия	22.5	0.3	9.3	14.5	3.5	18.3	8.9	92.4
Нижегородская обл.	82.2	1.2	12.7	59.6	72.6	0.0	8.1	756.6
Рязанская обл.	33.3	0.7	0.0	16.1	7.8	40.8	6.6	216.5
Удмуртия	42.2	0.6	7.0	48.9	4.0	0.0	10.0	73.1
Чувашия	93.2	0.5	12.8	0.0	0.0	0.0	18.4	336.2
Ярославская обл.	0.0	0.7	8.5	19.9	14.5	0.0	8.1	263.4

## Основные результаты работы

Выполненные в диссертационной работе исследования позволили решить проблему обеспечения секторов экономики специализированной информацией об опасных метеорологических явлениях (ОЯ), включая риски, создаваемые ими для технических систем.

Получены следующие основные результаты:

1. Выполнен критический анализ методик получения климатической информации об ОЯ, используемых рядом авторов, и принятого в настоящее время принципа оценки уязвимости экономики с помощью индексов уязвимости. Представлены различные системы критериев ОЯ (РД Росгидромета, ГОСТ Р.22.0.03-95, приказы УГМС).

2. Сформулирована методика обработки материала наблюдений за ОЯ, основными положениями которой являются:

- необходимость использования для получения специализированной климатической информации об ОЯ первичных данных, содержащихся либо в таблицах месячной отчетности ТХМ-1, либо в ежемесячниках; нецелесообразно обобщать для этой цели данные штормовых оповещений, обзоров и т.п.;

- расчеты характеристик ОЯ проводятся как по станциям, так и по административным районам автономно (нельзя обобщать данные по станциям, следует проводить отдельную обработку для района)

- к специализированным характеристикам для каждого ОЯ относятся: повторяемость ОЯ по станциям и по районам, продолжительность данного ОЯ и площадь охватываемая им.

3. Собрана и обработана информация о наблюдавшихся по каждому ОЯ максимальных ущербах для РФ. Величина максимальных ущербов находится в диапазоне от 3 до 800 млн.рублей. Наибольший ущерб зафиксирован в результате обильных снегопадов, охватывающих большую территорию.

4. По данным обзоров в журналах «Метеорология и гидрология» ОЯ рассчитана повторяемость ОЯ на территории РФ и построен тренд изменения общего количества ОЯ, свидетельствующий о росте количества ОЯ в последние годы.

5. Разработан новый метод расчета рисков, создаваемых каждым ОЯ. Впервые составлены оценки агрессивности действия ОЯ, которые представлены в виде таблицы корректирующих коэффициентов, вводимых в расчеты уязвимости и рисков. Стоимостные значения уязвимости определены по долям ВВП, приходящимся на одного человека для каждого ОЯ с учетом его характеристик. Обоснованность данного метода подтверждена сравнением порядка рассчитанных значений уязвимости по каждому ОЯ с порядком фактических

значений ущербов. Данный метод в отличие от методов использующих индексы уязвимости, позволяет рассчитать объектно-ориентированные характеристики рисков.

6. Впервые картированы данные о повторяемости каждого ОЯ и их общего количества по равнинной территории южной и центральной части России. Установлены временные и пространственные закономерности распределения ОЯ. В частности, максимальная повторяемость ОЯ приходится на Азиатскую территорию, где в Алтайском крае за год отмечается в среднем до 17 ОЯ. На Европейской территории ОЯ возникают значительно реже. В Пензенской и Владимирской областях их не более 2. Наиболее часто наблюдаются ОЯ, связанные с сильным ветром, максимум которых приходится на юг АЧР.

7. По новой методике рассчитаны экономические потери, связанные с воздействием каждого ОЯ и риски создаваемые ими. Потери соотносятся с численностью населения и выражены в рублях. Они заключены в диапазоне от 83 тыс. рублей при сильном дожде до 700 млн. рублей – при сильном снегопаде. Полученные таким способом результаты позволяют составить представление о секторальных рисках и выделить зоны повышенных рисков. Эти зоны рассматриваются по каждому явлению отдельно. Европейская территория больше всего страдает от сильных снегопадов. На Азиатской территории наиболее велики потери от сильного ветра.

#### ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Кобышева Н.В., Галюк Л.П., Панфутова Ю.А. Методика расчета социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды. // Труды ГУ «ГГО», С.-Пб., 2008, вып.557 (в печати).

2. Панфутова Ю.А., Самолетова Н.А, Макеева О.Д., Романова И.В. Опасные явления погоды на равнинной части Российской Федерации. // Труды ГУ «ГГО», С.-Пб., 2007, вып.556 с. 145-156.

3. Панфутова Ю.А. Опасные метеорологические явления и климатические аномалии на территории России. // Труды XII съезда русского географического общества, С.-Пб., 2005, т.5 с.360.

4. Панфутова Ю.А. Опасные явления погоды на равнинной части Российской Федерации. // Тезисы докладов второй конференции молодых ученых национальных гидрометслужб государств-участников СНГ «Новые методы и технологии в гидрометеорологии», Москва, 2006, с.56.

5. Шевкунова Э.В., Панфутова Ю.А., Исмагилова Д.И. Опасные метеорологические явления на пространстве Российской Федерации. // Сборник докладов конференции «Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей, С.-Пб., Гидрометеоизд, 2005, с.203-207.