

# Рекомендации по оценке характеристик смерча для объектов использования атомной энергии

Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности  
(Госатомнадзор России)

## РУКОВОДСТВА ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Утверждены постановлением  
Госатомнадзора России  
от 28 декабря 2001 г. № 17

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕРЧА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

РБ-022-01

Введены в действие  
с 1 марта 2002 г.

Москва 2001

Настоящее руководство по безопасности содержит рекомендации по определению расчетных характеристик смерчей для территорий размещения и сооружения объектов использования атомной энергии.

Руководство разработано с учетом обобщения опыта оценки смерчеопасности при проведении исследований площадок атомных станций.

Руководство разработано впервые.

Руководство разработано в НТЦ ЯРБ Госатомнадзора России. Руководители разработки: Калиберда И.В., Бугаев Е.Г. В работе над документом участвовал авторский коллектив в составе: Лавров И.М., Погребняк В.К., Силаева Л.Ф., Сорочинский М.А., Фихиева Л.М., Югай Т.З.

### Содержание

|  |
|--|
| Список сокращений  |
| ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ  |
| 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ   |
| 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭТАПАМ ОЦЕНКИ СМЕРЧЕОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ  |
| 3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СМЕРЧЕОПАСНОСТИ  |
| 4. АНАЛИЗ КАТАЛОГА СМЕРЧЕЙ   |
| 5. СБОР ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ О ПРОХОЖДЕНИИ СМЕРЧЕЙ  |
| 6. МОНИТОРИНГ СМЕРЧЕЙ  |
| 7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕРЧЕОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ОИАЭ С УЧЕТОМ ПОПОЛНЕНИЯ КАТАЛОГА СМЕРЧЕЙ                 |
| 8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЧЕТУ СМЕРЧА ПРИ СООРУЖЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОИАЭ   |
| Приложение 1 Схема районирования территории бывшего СССР по смерчеопасности  |
| Приложение 2 (справочное) Распределение зарегистрированных смерчей на территории бывшего СССР  |
| Приложение 3 (справочное) Основные характеристики смерчей для зон повышенной смерчеопасности на территории Российской Федерации и стран СНГ* |
| Приложение 4 (справочное) КАТАЛОГ СМЕРЧЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО СССР*  |
| Приложение 5 (справочное) КАТАЛОГ СМЕРЧЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА ПЕРИОД 1987 - 2001 гг.*                                      |
| Приложение 6 (рекомендуемое) ВЕРОЯТНОСТНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ СМЕРЧЕОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОИАЭ*                                       |
| Приложение 7 (рекомендуемое) УСТАНОВЛЕНИЕ СМЕРЧЕОПАСНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕРЧЕЙ ПРИ ВЫБОРЕ ПЛОЩАДКИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОИАЭ* |
| Приложение 8 (справочное) КЛАССИФИКАЦИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СМЕРЧА ПО F-ШКАЛЕ ФУДЖИТЫ  |
| Приложение 9 (справочное) ДИАПАЗОНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕРЧЕЙ *   |
| Приложение 10 (справочное) Предельные границы параметров, согласно которым осуществляется классификация по степени опасности *               |
| СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ   |

### Список сокращений

|        |   |
|--------|---|
| АЭП    | - ФГУП (федеральное государственное унитарное предприятие) "Атомэнергопроект" |
| ИГ АН  | - Институт географии Академии наук СССР                                       |
| ЛЭП    | - линия электропередачи   |
| МАГАТЭ | - Международное агентство по атомной энергии                                  |
| ОИАЭ   | - объекты использования атомной энергии                                       |
| ТЭО    | - технико-экономическое обоснование   |

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Вихрь** - атмосферное образование с вращательным движением воздуха вокруг вертикальной или наклонной оси.

**Выбор площадки** - процесс выбора подходящей площадки для ОИАЭ, включая соответствующую оценку и определение критериев, закладываемых в проектные основы.

**Зона повышенной смерчопасности** - территория с повышенной вероятностью появления смерчей на единице площади.

**Класс интенсивности смерча** - универсальная характеристика, определяющая основные динамические параметры смерчевого вихря. Устанавливается по *F* - шкале Фуджиты на основе количественных и качественных описаний последствий прохождения смерча.

**Консервативный подход** - подход к проектированию и конструированию, когда для параметров и характеристик, входящих в проектные основы ОИАЭ, принимаются значения и пределы, заведомо приводящие к результатам, имеющим избыточную (большую) степень надежности проектных и конструкторских решений.

**Район размещения и сооружения ОИАЭ** - территория, включающая площадку АС, на которой проявляются или могут проявиться явления, процессы или события, способные оказать влияние на безопасность АС.

**Смерч (торнадо, тромб)** - сильный, обладающий большой разрушительной силой маломасштабный атмосферный вихрь диаметром до 1000 м, в котором воздух вращается с большой скоростью (до 100 м/с).

**Смерчопасное событие** - прохождение через территорию размещения ОИАЭ смерча, способного вызвать повреждения ОИАЭ с возможными радиационными последствиями.

**Смерчопасный район** - территория, на которой вероятность прохождения смерчей через фиксированную точку превышает допустимый предел смерчопасного события.

**Эффективный период наблюдений** - интервал времени, в течение которого частота появления смерчей в районе постоянна и совпадает с частотой появления смерчей в течение периода регулярных наблюдений.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство по безопасности (РБ) содержит рекомендации как проводить исследования по определению опасности смерчей с целью реализации требований п. 2.1 и раздела 4 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на ядерно- и радиационно опасные объекты" и пп. 1.2 и 3.2.4 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности".

1.2. Настоящее РБ устанавливает рекомендации по оценке смерчопасности территорий размещения и сооружения ОИАЭ, составу расчетных характеристик и методике их определения

1.3. Настоящее РБ содержит рекомендации по этапам получения расчетных параметров смерчей и подходам к выполнению этапов анализа смерчопасности.

1.4. Назначение настоящего РБ - оценка расчетных параметров смерчей, необходимых для установления нагрузок на здания и сооружения ОИАЭ, важные для безопасности, и разработки технических и организационных мер защиты систем и элементов ОИАЭ, важных для безопасности, в целях обоснования пригодности площадки для размещения, сооружения и эксплуатации ОИАЭ.

1.5. Настоящее РБ не ограничивает право проектно-изыскательских и эксплуатирующих организаций на выбор методики оценки смерчопасности и определения расчетных параметров смерчей. Примененный ими расчетный метод должен обосновываться в программе работ по определению или уточнению смерчопасности территории размещения ОИАЭ и в материалах по обоснованию безопасности ОИАЭ.

## 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭТАПАМ ОЦЕНКИ СМЕРЧОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ

2.1. Оценку смерчопасности территории размещения и сооружения ОИАЭ и расчетных параметров смерчей рекомендуется проводить в четыре этапа:

а) предварительная оценка смерчопасности;

б) определение смерчопасности с учетом анализа имеющихся каталогов смерчей;

в) проведение работ с целью сбора дополнительных к каталогу данных о прохождении смерчей в районе размещения и сооружения ОИАЭ и определение расчетных параметров смерчей с учетом дополнительных данных;

г) уточнение смерчопасности и расчетных параметров смерчей с учетом мониторинга смерчей в рамках мониторинга опасных атмосферных явлений на исследуемой территории размещения и сооружения ОИАЭ.

## 3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СМЕРЧОПАСНОСТИ

3.1. Предварительная оценка смерчопасности предполагаемой территории размещения ОИАЭ выполняется на стадии декларации о намерениях строительства.

3.2. Определение расчетных характеристик смерчей в пределах предполагаемой территории размещения ОИАЭ проводится на основе:

- использования схемы районирования территории бывшего СССР по смерчопасности согласно приложению 1;

- распределения зарегистрированных смерчей на территории бывшего СССР (до 1991 г.) и Российской Федерации и стран СНГ (с 1991 г. по настоящее время) по данным каталога смерчей согласно приложению 2.

3.3. Если район предполагаемого размещения ОИАЭ по схеме приложения 1 относится к зоне повышенной смерчопасности (А, Б, В) или к смерчопасному району (с индексами ИБ, ИВ, ИГ, ИД, ИЕ, ИА, ИБ, ИВ, ИВ), то это определяет необходимость учета нагрузок и воздействий от вероятного смерча при проектировании зданий и сооружений ОИАЭ, важных для безопасности, а также разработки технических и организационных мер защиты систем и элементов ОИАЭ, важных для безопасности. Основные характеристики смерчей определяются из таблицы справочного приложения 3.

3.4. На основании анализа схемы приложения 1 для зон повышенной смерчопасности (А, Б, В) и смерчопасных районов (с индексами

ИБ, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X) по данным справочного приложения 3 определяются предварительные характеристики смерчопасности:

- годовая вероятность  $P_S$  возникновения смерчопасного события в районе предполагаемого размещения ОИАЭ в пределах окружающей площадку объекта территории площадью 1000 км<sup>2</sup>;

- расчетные характеристики вероятного смерча, включая  $k_p, V_p, U_p, \Delta p_p$ .

3.5. При рассмотрении варианта размещения ОИАЭ в горном районе (приложение 1) количественная оценка смерчопасности не проводится, район принимается несмерчопасным.

3.6. Территория размещения ОИАЭ, расположенная в пределах несмерчопасного района (с индексами IA, IB, IVB, VA, VB, VI), принимается безопасной по вероятным воздействиям смерчей.

3.7. Смерчопасность территории размещения ОИАЭ, расположенной в пределах малоизученного района (с индексом IIB), на данной стадии не определяется. Это производится на последующих стадиях проектирования.

3.8. Для обеспечения консервативной оценки параметров смерчей территории размещения ОИАЭ, расположенной в пограничной зоне двух районов (зон), расчетные характеристики смерчопасности принимаются по данным района (зоны), имеющего более высокую степень смерчопасности. Шириной пограничной зоны следует считать расчетную длину пути смерча максимального наблюдаемого в этих районах класса.

#### 4. АНАЛИЗ КАТАЛОГА СМЕРЧЕЙ

4.1. Оценку смерчопасности территории размещения ОИАЭ и расчетные параметры смерчей на стадии разработки обоснований инвестиций (включая отвод земли под выбранную площадку размещения ОИАЭ) следует проводить с учетом данных каталога смерчей на территории бывшего СССР (приложение 4) и на территории Российской Федерации за период 1987-2001 г. (приложение 5).

4.2. Распределение зарегистрированных смерчей на территории Российской Федерации и стран СНГ в соответствии с анализом каталога смерчей на территории бывшего СССР по всем выделенным на схеме приложения 1 зонам и районам приводится в таблице приложения 2. При выполнении расчетов для конкретной территории объекта эта таблица должна быть дополнена с учетом выборки данных из каталога смерчей на территории Российской Федерации за период 1987-2001 г. (приложение 5). С учетом дополнительных данных о прохождении смерчей оценка смерчопасности территории и расчетные параметры смерчей определяются расчетом в соответствии с рекомендациями раздела 7 настоящего РБ и приложений 6 и 7.

4.3. Территория, расположенная в пределах малоизученного района (с индексом IIB и VI по схеме приложения 1), может быть принята на этом этапе несмерчопасной при получении данных об отсутствии

в этом районе смерчей за период, начиная с 1987 г. и кончая 2001 г. (приложение 5), и за последующие годы, не указанные в каталогах, по данным дополнительных исследований. В случае получения дополнительных данных о прохождении смерчей степень смерчопасности территории должна устанавливаться расчетным путем также в соответствии с рекомендациями раздела 7 настоящего РБ и приложений 6 и 7.

#### 5. СБОР ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ О ПРОХОЖДЕНИИ СМЕРЧЕЙ

5.1. Смерчопасность и параметры смерчей на территории размещения ОИАЭ с учетом дополнительных данных определяются на стадии разработки, согласования и утверждения проектной документации (ТЭО/проекта).

5.2. На этой стадии следует проводить дополнительные изыскания по сбору данных о прохождении смерчей в районе размещения и сооружения ОИАЭ с целью получения уточненного каталога смерчей, определения уточненных характеристик смерчопасности и параметров смерчей в соответствии с рекомендациями, изложенными в п. 4.2 настоящего РБ.

5.3. Территория размещения ОИАЭ, расположенная в пределах малоизученного района (с индексом IIB и VI по карте приложения 1), принимается несмерчопасной при получении данных об отсутствии в этом районе смерчей, начиная с 1987 г. (год составления каталога смерчей - приложение 4) по год проведения дополнительных исследований (с учетом материалов каталога смерчей на территории Российской Федерации за период 1987-2001 г. (приложение 5)). В случае получения дополнительных данных о прохождении смерчей степень смерчопасности территории должна устанавливаться также расчетом в соответствии с рекомендациями раздела 7 настоящего РБ и приложений 6 и 7.

5.4. Дополнительные изыскания по сбору данных о прохождении смерчей в районе размещения ОИАЭ и уточнение каталога смерчей рекомендуется проводить в пределах границ данной зоны смерчопасности по схеме приложения 1.

#### 6. МОНИТОРИНГ СМЕРЧЕЙ

6.1. Уточнение смерчопасности и параметров смерчей с учетом мониторинга смерчей в рамках мониторинга опасных атмосферных явлений на исследуемой территории размещения ОИАЭ осуществляется на стадии составления рабочей документации.

6.2. На стадии составления рабочей документации продолжается сбор данных о последствиях прохождений смерчей в районе размещения ОИАЭ и пополнение каталога смерчей,

6.3. С учетом данных мониторинга смерчей и пополнения каталога смерчей уточняются характеристики смерчопасности и параметры смерчей путем расчета в соответствии с рекомендациями раздела 7 настоящего РБ и приложений 6 и 7.

6.4. Мониторинг смерчей в районе размещения ОИАЭ также следует проводить в границах данной зоны смерчопасности по схеме приложения 1

#### 7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕРЧЕОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ОИАЭ С УЧЕТОМ ПОПОЛНЕНИЯ КАТАЛОГА СМЕРЧЕЙ

7.1. На основании информации, полученной на этапе дополнительного сбора данных о прохождении смерчей и пополнения каталога смерчей, определяются уточненные расчетные параметры максимального смерча проектной основы.

7.2. Смерчопасность территории следует оценивать на основе данных об интенсивности смерча, определяемой его классом.

7.3. Класс интенсивности определяет основные динамические параметры смерчевого вихря. Он устанавливается по F-шкале Фуджиты (таблица справочного приложения 8) на основе количественных и качественных описаний последствий прохождения смерча.

7.4. На основании класса интенсивности определяются следующие производные характеристики смерчей:

- максимальная горизонтальная скорость вращательного движения стенки смерча  $V$ ;
- поступательная скорость движения смерча  $U$ ;
- длина  $L_k$  и ширина  $W_k$  пути прохождения смерча;
- перепад давления между периферией и центром вращения воронки  $\Delta p$ .

7.5. Диапазоны изменения характеристик  $V_k, U_k, L_k, W_k, \Delta p_k$  для различных классов интенсивности приведены в таблице справочного приложения 9, основанием которой явилась шкала Фуджиты-Пирсона [3].

7.6. Расчетный класс интенсивности максимального вероятного смерча на территории размещения ОИАЭ определяется в соответствии с рекомендациями приложения 6.

7.7. Расчетные параметры смерчей определяются, исходя из класса его интенсивности, в соответствии с рекомендациями приложения 7.

7.8. Статистические данные о прохождении смерчей над территорией выбранной площадки размещения и сооружения ОИАЭ определяют решение о принятии допустимого предела вероятности возникновения смерчеопасного события  $P_0$ . С учетом рекомендаций [1]  $P_0$  следует принимать равным  $10^{-4}$ .

7.9. Расчетные параметры смерчей проектной основы ОИАЭ следует определять с учетом принятого допустимого предела вероятности возникновения (порогового уровня вероятности) смерчеопасного события  $P_0 \geq 10^{-4}$ .

7.10. Смерчеопасность территории размещения ОИАЭ оценивается путем установления годовой вероятности  $P_s$  возникновения смерчеопасного события в районе размещения и сооружения ОИАЭ в пределах окружающей площадку объекта территории площадью  $1000 \text{ км}^2$ .

7.11. Если для района размещения ОИАЭ в пределах окружающей площадку объекта территории площадью  $1000 \text{ км}^2$ , расположенной в зоне с однородными физико-географическими условиями образования смерчей (схема приложения 1), установлена годовая вероятность прохождения смерчей более  $P_0$  ( $P_s > P_0$ ), то территория является смерчеопасной, что требует определения основных характеристик смерчей.

7.12. При выполнении расчетов следует руководствоваться рекомендациями приложений 6 и 7, таблицами справочных приложений 2, 3, 8 - 10 и данными каталогов смерчей (справочные приложения 4 и 5).

7.13. Выбор подходов, полнота используемой информации, строгость анализа при оценке и учете расчетных характеристик и параметров смерчей определяют ответственность как проектирующей, так и эксплуатирующей организаций. Корректность примененного подхода оценивается в зависимости от конкретного ОИАЭ, размещенного в данных природно-географических условиях.

## 8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЧЕТУ СМЕРЧА ПРИ СООРУЖЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОИАЭ

8.1. На этапах разработки проекта ОИАЭ, а также проекта реконструкции ОИАЭ рекомендуется выполнять дополнительные изыскания с целью получения уточненного каталога смерчей (раздел 5). Информацию о результатах дополнительных изысканий следует представлять в Отчете по обоснованию безопасности.

8.2. В случае если информация о смерчеопасности в районе размещения ОИАЭ на основании каталога свидетельствует о значимых событиях, следует выполнять уточняющий расчет параметров смерча для проектных основ. Результаты работ по этому этапу также следует приводить в Отчете по обоснованию безопасности.

8.3. При изменении проектных параметров смерча следует выполнять оценку безопасности ОИАЭ для оценки достаточности проектно-конструкторских решений ОИАЭ и организационно-технических мероприятий на площадке ОИАЭ. Результаты работ по данному этапу следует представлять в "Отчете по обоснованию безопасности".

8.4. Работы, предусмотренные в пп. 8.1, 8.2 и 8.3, целесообразно выполнять периодически для подтверждения защищенности ОИАЭ от воздействий смерчей.

8.5. При сооружении ОИАЭ предусматривается обеспечение смерчестойкости систем и элементов ОИАЭ, важных для безопасности.

8.6. При оценке смерчеопасности территории сооружения ОИАЭ следует учитывать:

- давление ветра, вызываемое прямым воздействием воздушного потока;
- давление, связанное с изменением поля атмосферного давления по мере прохождения смерча;
- ударные силы, вызываемые летящими предметами при прохождении смерча.

8.7. Максимальное расчетное значение ветрового давления при воздействии смерчей следует учитывать в виде векторной суммы максимальной горизонтальной скорости вращательного движения стенки смерча  $V$  и поступательной скорости движения смерча  $U$ . Определение ветрового давления при воздействии смерча проводится в соответствии с рекомендациями [4, 5].

8.8. Перепад атмосферного давления в зависимости от расстояния (радиуса)  $r$  от центра вихря смерча определяется соотношением [4]:

$$P_d(r) = \rho \frac{V_m^2}{2} \left( 2 - \frac{r^2}{R_m^2} \right); 0 \leq r \leq R_m \quad (1)$$

$$P_d(r) = \rho \frac{V_m^2}{2} \cdot \frac{R_m^2}{r^2}; r \geq R_m \quad (2)$$

где  $V_{ж}$  - максимальная тангенциальная скорость ветра;

$R_{ж}$  - радиус, соответствующий максимальной скорости вращения воздушного потока;

$\rho$  - плотность воздуха.

Для закрытых сооружений, где внутреннее давление остается равным атмосферному до прихода смерча, максимальное давление на сооружение в результате перепада давления при  $r = 0$  становится равным  $p_a^{max} = \rho V_{ж}^2$

Для полностью открытых сооружений нагрузка от перепада давления принимается равной нулю. Для сооружений с проемами избыточное давление, действующее на наружные стены, определяется с учетом перепада давлений во внутренних помещениях сооружений при прохождении смерча.

8.9. При анализе параметров смерчопасности территории сооружения ОИАЭ следует учитывать, начиная с 3 класса интенсивности смерча, предметы, переносимые смерчем, в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ [3]:

- автомобиль массой 1800 кг;
- 200 мм броневой артиллерийский снаряд массой 125 кг;
- сплошная стальная сфера диаметром 2,5 см.

Площадь действия нагрузки принимается равной площади поперечного сечения предмета. Направление движения предмета при соударении с сооружением принимается наиболее неблагоприятным, т.е. перпендикулярным к наружной поверхности сооружения. Место соударения может быть произвольным, т.е. в любой точке на наружной поверхности сооружения.

В качестве ударной скорости при переносе смерчем предметов следует брать 35% максимальной горизонтальной скорости вращательного движения стенки смерча [3].

Расчетные характеристики  $Q(i)$  наиболее вероятных летящих предметов при прохождении смерча можно принимать по [6]. Интенсивность нагрузки соударения определяется из отношения  $Q(i)$  к площади  $F$  контакта между предметом (телом) и сооружением при соударении  $Q(i)/F$ .

8.10. Максимальная суммарная нагрузка от смерча оценивается как сумма максимальных воздействий от давления ветра и от удара летящего предмета и половины максимального воздействия от перепада атмосферного давления [4].

## Приложение 1

Схема районирования территории бывшего СССР по смерчопасности

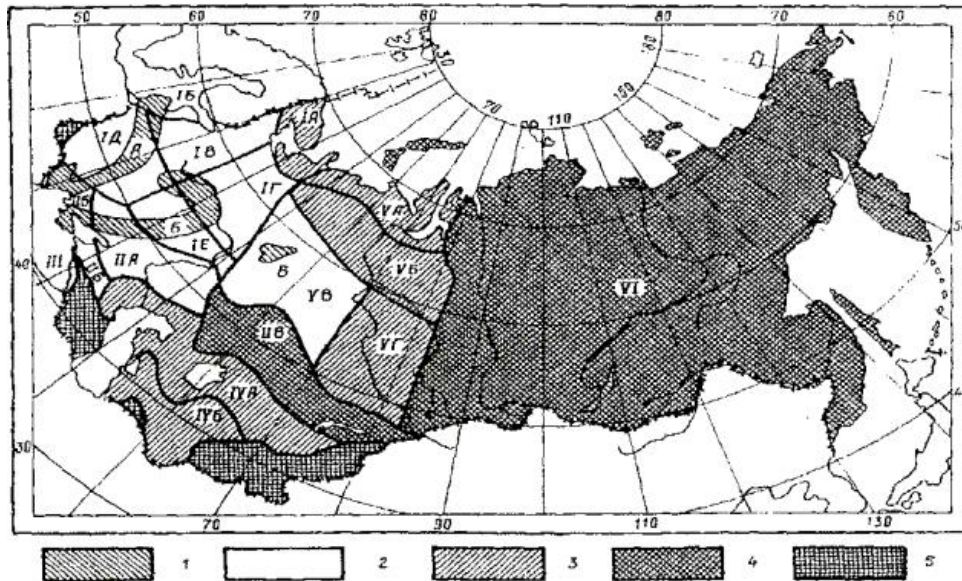


Рис. 1. Схема районирования территории бывшего СССР по смерчопасности Масштаб 1:50 000 000 :

- 1 - зоны повышенной смерчопасности; 2 - смерчопасные районы; 3 - несмерчопасные районы;  
4 - малоизученные районы; 5 - горные районы. Схема приведена из [7]

## Приложение 2 (справочное)

Распределение зарегистрированных смерчей на территории бывшего СССР

| Район (зона) | A, тыс. км <sup>2</sup> | T, лет | a0  | Распределение зарегистрированных смерчей по классам |     |    |     |    |     |   |     | Число зарегистрированных смерчей в районе (зоне) |
|--------------|-------------------------|--------|-----|---|-----|----|-----|----|-----|---|-----|--|
|              |                         |        |     | 0   | 0,5 | 1  | 1,5 | 2  | 2,5 | 3 | 3,5 |  |
| По районам   |                         |        |     |   |     |    |     |    |     |   |     |  |
| IA           | 197                     | 20     | 4   | 1   | -   | -  | -   | -  | -   | - | -   | 1  |
| IB           | 60                      | 20     | 2   | 2   | -   | 1  | -   | -  | -   | - | -   | 3  |
| IB           | 525                     | 20     | 2   | 4   | 3   | 4  | 5   | 2  | -   | - | -   | 18   |
| IG           | 668                     | 62     | 1,5 | 7   | -   | 8  | -   | 9  | 1   | 5 | 1   | 32   |
| ID           | 700                     | 47     | 1,5 | 15  | -   | 26 | -   | 13 | -   | 5 | -   | 59   |

|          |      |    |     |    |   |    |   |    |   |    |   |   |    |
|----------|------|----|-----|----|---|----|---|----|---|----|---|---|----|
| IE       | 414  | 45 | 2   | 12 | - | 17 | 1 | 1  | - | 1  | - | - | 32 |
| IIA      | 534  | 26 | 3   | 3  | - | 8  | - | 7  | - | -  | - | - | 18 |
| IIB      | 206  | 28 | 1,5 | 17 | - | 11 | - | 2  | 1 | 1  | - | - | 32 |
| IIB      | 970  | -  | -   | -  | - | -  | - | -  | - | -  | - | - | 0  |
| III      | 7    | 34 | 1,5 | 17 | - | 2  | - | -  | - | -  | - | - | 19 |
| IVA      | 1044 | 26 | 4   | 2  | - | -  | - | 1  | - | -  | - | - | 3  |
| IVB      | 819  | 26 | 3   | 4  | - | 1  | - | -  | - | -  | - | - | 5  |
| VA       | 510  | 26 | 4   | 2  | - | -  | - | -  | - | -  | - | - | 2  |
| VB       | 842  | 30 | 4   | 1  | - | 2  | - | 1  | - | -  | - | - | 4  |
| VB       | 1498 | 53 | 3   | 2  | - | 13 | 1 | 9  | - | -  | - | - | 25 |
| VI       | 1047 | 26 | 4   | 1  | - | 7  | - | -  | - | -  | - | - | 8  |
| VI       | -    | -  | -   | -  | - | -  | - | -  | - | -  | - | - | -  |
| По зонам |      |    |     |    |   |    |   |    |   |    |   |   |    |
| A        | 376  | 36 | 1,5 | 12 | 3 | 30 | 4 | 13 | 1 | 13 | - | - | 76 |
| B        | 494  | 44 | 1,5 | 26 |   | 26 | 1 | 12 | 1 | 8  | 1 | 1 | 76 |
| B        | 96   | 32 | 2   | 1  | - | 7  | - | 3  | - | -  | - | - | 11 |

\*Данные приведены из [7]

**Приложение 3**  
(справочное)

**Основные характеристики смерчей для зон повышенной смерчопасности на территории Российской Федерации и стран СНГ**

| Зона повышенной смерчопасности или смерчопасный район | $P_g \cdot 10^{-4}$ ** для территории площадью 1000 км <sup>2</sup> | $k_p$ | $V_p$ , м/с | $U_p$ , м/с | $\Delta p_p$ , ГПа |
|---|---|-------|-------------|-------------|--------------------|
| A   | 30  | 2,58  | 72          | 18          | 64                 |
| B   | 87  | 3,58  | 94          | 24          | 109                |
| B   | 12  | 1,93  | 59          | 1           | 42                 |
| IB  | 1,6   | 0,56  | 34          | 8           | 14                 |
| IB  | 3,6   | 1,75  | 55          | 14          | 37                 |
| IG  | 39  | 3,69  | 97          | 24          | 115                |
| ID  | 14  | 2,75  | 76          | 19          | 70                 |
| IE  | 6,6   | 2,12  | 62          | 16          | 48                 |
| IIA   | 5,6   | 2,01  | 60          | 15          | 44                 |
| IIB   | 24  | 2,71  | 75          | 1           | 69                 |
| III   | 19  | 1,07  | 43          | 11          | 22                 |
| VB  | 1,4   | 1,47  | 50          | 12          | 30                 |

**Примечания.**

\* Данные приведены из [7].

\*\* Формула из [7, 8] приводится здесь с изменением.

**Приложение 4**  
(справочное)

**КАТАЛОГ СМЕРЧЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО СССР\***

| № п/п | Место прохождения смерча                 | Координаты |             | Дата       | Время       | Класс | Длина пути, км | Ширина пути | Источник данных |
|-------|--|------------|-------------|------------|-------------|-------|----------------|-------------|-----------------|
|       |  | сев. шир.  | вост. долг. |            |             |       |                |             |                 |
| 1     | Городнянский р-н Черниговской обл.       | 52         | 31          | 04.07.1844 | 17.30       | 2     | 65             | 50-100      | ГМЦ             |
| 2     | Лепельский р-н Витебской обл.            | 55         | 29          | 18.06.1846 | ночь        | 3     | 115            | 80          | ГМЦ             |
| 3     | вблизи г. Вильнюса                       | 55         | 26          | 25.04.1859 | 18.00       | 2     | 32             | 20-100      | ГМЦ             |
| 4     | г. Одесса                                | 46         | 30          | 1864       | -**         | 2,5   | -              | -           | ИГ АН           |
| 5     | Костромская обл.                         | 59         | 43          | 06.07.1869 | -           | 1     | -              | -           | ГМЦ             |
| 6     | г. Армавир                               | 45         | 41          | 1887       | -           | 3     | -              | -           | ИГ АН           |
| 7     | 10 км от г. Полтавы                      | 50         | 34          | 1887       | -           | 2     | -              | -           | ИГ АН           |
| 8     | г. Звенигород                            | 56         | 37          | 1888       | -           | 2     | -              | -           | ИГ АН           |
| 9     | г. Оханск Пермской обл.                  | 58         | 55          | 03.07.1895 | -           | 1     | -              | -           | ГМЦ             |
| 10    | г. Москва                                | 56         | 37          | 1900       | -           | 2     | -              | -           | ИГ АН           |
| 11    | сел. Темновское Свердловской обл.        | 59         | 63          | 01.07.1900 | -           | 1     | -              | -           | ГМЦ             |
| 12    | г. Москва                                | 56         | 37          | 29.06.1904 | 18.38       | 3,5   | 30             | 100-300     | ГМЦ             |
| 13    | Коневский р-н Свердловской обл.          | 59         | 63          | 05.07.1906 | -           | 2     | -              | -           | ГМЦ             |
| 14    | г. Висим Свердловской обл.               | 59         | 60          | 30.06.1909 | -           | 2     | -              | -           | ГМЦ             |
| 15    | г. Свердловск                            | 57         | 61          | 15.06.1912 | -           | 2     | -              | -           | ГМЦ             |
| 16    | Бобруйский и др. районы Могилевской обл. | 53         | 29          | 20.07.1913 | 17.00       | 2     | 9              | -           | ГМЦ             |
| 17    | г. Полоцк Витебской обл.                 | 55         | 29          | 19.08.1914 | 17.00-18.00 | 2     | 15             | 30-70       | ГМЦ             |
| 18    | г. Тарту (Эстония)                       | 59         | 27          | 10.05.1920 | -           | 1     | -              | -           | ГМЦ             |
| 19    | г. Ленинград                             | 60         | 31          | 15.08.1925 | 16.02-16.05 | 0     | -              | -           | ГМЦ             |
| 20    | г. Серпухов                              | 55         | 37          | 12.06.1927 | -           | 1     | -              | -           | ГМЦ             |
| 21    | г. Осиповичи Могилевской обл.            | 53         | 29          | 12.06.1927 | 19.30       | 3     | 37             | 100-200     | ГМЦ             |
| 22    | оз. Иссык-Куль                           | 43         | 78          | 14.10.1928 | 13.00       | 0     | -              | -           | ГМЦ             |
| 23    | г. Арзамас                               | 55         | 43          | 27.05.1932 | 12.00       | 0     | -              | 20-40       | ГМЦ             |

|    |  |    |     |            |             |     |       |          |       |
|----|--|----|-----|------------|-------------|-----|-------|----------|-------|
| 24 | г. Арзамас   | 55 | 43  | 07.06.1932 | 15.30       | 0   | 3-5   | 10-15    | ГМЦ   |
| 25 | г. Муром   | 55 | 41  | 07.06.1932 | 16.30       | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 26 | Чашниковский р-н Витебской обл.  | 55 | 30  | 03.07.1932 | 17.00       | 1   | 17    | 20-30    | ГМЦ   |
| 27 | Богдановичский р-н Свердловской обл.                                       | 57 | 62  | 26.05.1935 | 18.00       | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 28 | Башкирский заповедник  | 54 | 55  | 27.07.1935 | 13.00       | 1,5 | 25    | 250-1000 | ГМЦ   |
| 29 | Солнцевский р-н Курской обл.   | 52 | 37  | 12.08.1937 | -           | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 30 | г. Москва  | 56 | 37  | 1937       | -           | 2   | -     | -        | ИГ АН |
| 31 | г. Арзамас   | 55 | 43  | 17.05.1938 | 17.55       | 1   | 10    | 80-100   | ГМЦ   |
| 32 | г. Нолинск Кировской обл.  | 58 | 52  | 18.05.1938 | -           | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 33 | вблизи г. Могилева   | 54 | 30  | 06.06.1945 | 14.00       | 1   | 7     | -        | ГМЦ   |
| 34 | дер. Хомутово Московской обл.  | 56 | 37  | 02.09.1945 | -           | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 35 | дер. Валентиновка Московской обл.  | 56 | 37  | 02.09.1945 | 18.20       | 3   | 12-15 | 50-300   | ГМЦ   |
| 36 | Чашниковский район Витебской обл.  | 55 | 30  | 06.07.1947 | 14.00       | 1   | 10    | 60       | ГМЦ   |
| 37 | пос. Кодуй Архангельской обл.  | 63 | 41  | 18.08.1949 | 17.00       | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 38 | Пасвальский и Биржайский районы (Латвия)                                   | 56 | 25  | 24.04.1950 | 20.00       | 1,5 | 2-4   | 50-100   | ГМЦ   |
| 39 | г. Молодечно Минской обл.  | 54 | 27  | 09.06.1950 | 23.00       | 1   | 18    | 100      | ГМЦ   |
| 40 | г. Оргеев (Молдавия)   | 47 | 29  | 04.08.1950 | 17.00       | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 41 | Давид-Городокский район Брестской обл.                                     | 52 | 27  | 28.05.1951 | 22.00       | 2   | 52    | 200-400  | ГМЦ   |
| 42 | Ушачский р-н Витебской обл.  | 54 | 29  | 17.06.1951 | 17.30       | 1   | 18    | 30-40    | ГМЦ   |
| 43 | г. Сходня Московской обл.  | 56 | 37  | 17.06.1951 | 17.00       | 2   | 10    | 200      | ГМЦ   |
| 44 | дер. Еремино Гомельской обл.   | 53 | 30  | 17.07.1952 | 12.00-12.10 | 1   | -     | 50       | ГМЦ   |
| 45 | Кормянский р-н Гомельской обл.   | 52 | 31  | 31.07.1953 | 21.05       | 0   | 4-6   | 20-30    | ГМЦ   |
| 46 | г. Ростов Ярославской обл.   | 58 | 39  | 28.08.1953 | 17.00-17.10 | 3   | 5-6   | 450-550  | ГМЦ   |
| 47 | в Черном море вблизи г. Туапсе   | 44 | 40  | 22.07.1954 | -           | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 48 | в Черном море вблизи г. Туапсе   | 44 | 40  | 09.09.1954 | 16.40       | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 49 | дер. Козловка и другие пункты Воронежской обл.                             | 51 | 40  | 17.06.1955 | 18.22-20.27 | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 50 | г. Тамбов  | 53 | 41  | 17.06.1955 | 20.35-23.50 | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 51 | пос. Ижма Коми АССР  | 66 | 53  | 19.06.1955 | 18.25-18.43 | 2   | -     | -        | ГМЦ   |
| 52 | пос. Емца Архангельской обл.   | 63 | 40  | 18.09.1955 | 13.00-13.20 | 2   | -     | -        | ГМЦ   |
| 53 | Червенский р-н Минской обл.  | 53 | 28  | 18.08.1956 | 19.00       | 1   | 22    | 250      | ГМЦ   |
| 54 | г. Нарофоминск Московской обл.   | 55 | 37  | 25.08.1956 | 16.00-17.00 | 2   | 80    | 200-300  | ГМЦ   |
| 55 | пос. Сергеевка Одесской обл.   | 46 | 29  | 11.09.1956 | вечер       | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 56 | на оз. Байкал у мыса Елохин  | 53 | 107 | 15.10.1956 | 06.00       | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 57 | Починковский р-н Горьковской обл.  | 57 | 43  | 08.06.1957 | вечер       | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 58 | г. Челябинск   | 55 | 62  | 03.08.1957 | 19.45-21.00 | 2   | -     | -        | ГМЦ   |
| 59 | сел. Ушаково Курской обл.  | 52 | 36  | 31.07.1957 | 14.03-14.20 | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 60 | г. Москва  | 56 | 37  | 1957       | -           | 1   | -     | -        | ИГ АН |
| 61 | Гагинский р-н Горьковской обл.   | 56 | 44  | 22.05.1959 | -           | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 62 | г. Кириллов Вологодской обл.   | 60 | 38  | 02.07.1959 | 14.45-14.50 | 2   | -     | -        | ГМЦ   |
| 63 | с. Лобачевка Волынской обл.  | 51 | 26  | 20.05.1960 | 17.35       | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 64 | г. Пермь   | 58 | 56  | 17.06.1960 | 14.50-15.35 | 1   | 1,5   | 300-500  | ГМЦ   |
| 65 | дер. Студеная Гута Гомельской обл.   | 52 | 30  | 25.07.1960 | 18.00       | 0   | 6     | 10       | ГМЦ   |
| 66 | г. Воронеж   | 52 | 39  | 14.08.1961 | 14.45       | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 67 | г. Нижнедевицк Воронежской обл.  | 52 | 38  | 14.08.1961 | 14.00-14.15 | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 68 | г. Торбеево Мордовской АССР  | 54 | 43  | 10.05.1962 | -           | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 69 | дер. Хальч Гомельской обл.   | 52 | 30  | 07.09.1962 | около 17.00 | 1   | 20    | 70-100   | ГМЦ   |
| 70 | пос. Дейнау Чарджоуской обл.   | 39 | 63  | 25.05.1963 | -           | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 71 | сел. Усть-Щугор Коми АССР  | 64 | 58  | 21.06.1963 | 19.05-19.12 | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 72 | г. Стародуб Брянской обл.  | 53 | 33  | 29.06.1963 | 18.45-19.45 | 1   | 30    | 50-150   | ГМЦ   |
| 73 | в Каспийском море вблизи о. Шалыга   | 42 | 51  | 04.07.1963 | около 16.00 | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 74 | сел. Петрунь (Коми АССР)   | 67 | 60  | 05.07.1963 | 17.00       | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 75 | г. Ростов-на-Дону, аэропорт  | 47 | 40  | 15.08.1963 | 13.55-14.00 | 1   | -     | -        | ГМЦ   |
| 76 | в Каспийском море вблизи о. Кул алы  | 45 | 50  | 28.08.1963 | 17.00       | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 77 | в Черном море вблизи г. Туапсе   | 44 | 40  | 11.11.1963 | 11.05       | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 78 | г. Приморско-Ахтарск Краснодарского края                                   | 46 | 38  | 08.05.1964 | около 17.00 | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 79 | Куменский и др. р-ны Кировской обл., Глазовский и др. р-ны Удмуртской АССР | 58 | 51  | 28.05.1964 | 17.00-21.00 | 2   | 100   | 300-350  | ГМЦ   |
| 80 | сел. Петрунь Коми АССР   | 67 | 60  | 02.06.1964 | 14.58-15.02 | 0   | -     | -        | ГМЦ   |
| 81 | Несвижский р-н Минской обл.  | 53 | 27  | 16.07.1964 | 20.00       | 0   | 1     | 20       | ГМЦ   |

|     |  |    |     |            |             |     |       |         |       |
|-----|--|----|-----|------------|-------------|-----|-------|---------|-------|
| 82  | в Таганрогском заливе Азовского моря     | 47 | 38  | 05.08.1964 | 09.15-09.30 | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 83  | на оз. Байкал мыс Антюха                 | 53 | 107 | 04.09.1964 | -           | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 84  | Кильмезский р-н Кировской обл.           | 57 | 51  | 2.105.1965 | 16.00-18.00 | 1   | 30    | 200-300 | ГМЦ   |
| 85  | дер. Притыки Гомельской обл.             | 52 | 30  | 30.05.1965 | -           | 0   | -     | 100     | ГМЦ   |
| 86  | Фаленский и др. р-ны Кировской обл.      | 58 | 51  | 31.05.1965 | 17.00-18.00 | 2   | 25    | 50-100  | ГМЦ   |
| 87  | сел. Нарзань Сев.- Осетинской АССР       | 43 | 44  | 31.05.1965 | 13.40-13.45 | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 88  | г. Ст. Оскол Белгородской обл.           | 51 | 38  | 03.06.1965 | 14.50-15.15 | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 89  | сел. Б. Феино Белгородской обл.          | 51 | 37  | 03.06.1965 | 15.20-15.43 | 1   | -     | -       | ГМЦ   |
| 90  | сел. Весляны Коми АССР                   | 62 | 51  | 07.06.1965 | 12.40-13.00 | 1   | -     | -       | ГМЦ   |
| 91  | г. Северодвинск                          | 65 | 40  | 11.06.1965 | 16.20-16.30 | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
|     | сел. Линда Горьковской обл.              | 57 | 44  | 03.07.1965 | 19.00-19.03 | 2   | 6-8   | 200-250 | ГМЦ   |
| 93  | сел. Ишунь Крымской обл.                 | 45 | 33  | 06.07.1965 | -           | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 94  | г. Алексеевка Белгородской обл.          | 51 | 38  | 27.07.1965 | 14.05-14.20 | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 95  | г. Воронеж                               | 52 | 39  | 27.07.1965 | 15.07-15.40 | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 96  | пос. Дарган-Ата Чарджоуской обл.         | 42 | 63  | 22.08.1965 | -           | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 97  | г. Таганрог                              | 47 | 39  | 01.09.1965 | 12.00       | 2   | -     | -       | ГМЦ   |
| 98  | г. Кумены Кировской обл.                 | 59 | 50  | 1965       |             | 1   | -     | -       | ИГ АН |
| 99  | Ярский р-н Удмуртской АССР               | 57 | 52  | 1965       | -           | 1   | -     | -       | ИГ АН |
| 100 | дер. Мозолевица Минской обл.             | 53 | 28  | 28.05.1966 | 13.00       | 1   | -     | 300     | ГМЦ   |
| 101 | пос. Усть-Уса Коми АССР                  | 66 | 56  | 29.05.1966 | 16.55-17.00 | 1   | -     | -       | ГМЦ   |
| 102 | сел. Ивановка Херсонской обл.            | 46 | 34  | 05.06.1966 | около 15.00 | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 103 | г. Приморско-Ахтарск Краснодарского края | 46 | 38  | 11.06.1966 | -           | 1   | -     | -       | ГМЦ   |
| 104 | г. Крымск Краснодарского края            | 45 | 38  | 20.06.1966 | 15.00-16.00 | 1   | -     | -       | ГМЦ   |
| 105 | сел. Загатиевка Донецкой обл.            | 49 | 38  | 20.06.1966 | 15.00-16.00 | 1   | -     | -       | ГМЦ   |
| 106 | сел. Ленино Крымской обл.                | 45 | 36  | 19.09.1966 | 14.00       | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 107 | пос. Дарган-Ата Чарджоуской обл.         | 42 | 63  | 20.04.1967 | -           | 1   | -     | -       | ГМЦ   |
| 108 | Хаузханское "море", Чарджоуская обл.     | 38 | 62  | 02.05.1967 | -           | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 109 | Крупский р-н Минской обл.                | 54 | 30  | 23.05.1967 | 17.00-17.08 | 2   | 10    | -       | ГМЦ   |
| 110 | сел. Панкрушиха Алтайского края          | 54 | 81  | 15.08.1967 | 1100-12.00  | 1   | -     | -       | ГМЦ   |
| 111 | в Азовском море у г. Тамани              | 45 | 37  | 21.08.1967 | 15.00-16.00 | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 112 | г. Медининкай (Литва)                    | 55 | 24  | 2109.1967  | 17.00       | 1,5 | 18-20 | 30-60   | ГМЦ   |
| 113 | хут. Малый Збойск Гродненской обл.       | 53 | 26  | 21.09.1967 | 18.00       | 1   | 12    | 30-60   | ГМЦ   |
| 114 | пос. Уват Омской обл.                    | 58 | 70  | 17.07.1968 | 17.45       | 1   | -     | -       | ГМЦ   |
| 115 | дер. Бол. Бортники Могилевской обл.      | 53 | 31  | 29.07.1968 | 15.30       | 2   | -     | -       | ГМЦ   |
| 116 | вблизи г. Геленджика                     | 44 | 39  | 11.08.1968 | 15.30       | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 117 | дер. Оброшино Львовской обл.             | 50 | 24  | 28.08.1968 | 17.15       | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 118 | г. Бирштонас (Литва)                     | 54 | 24  | 08.09.1968 | 17.00       | 0   | -     | 10-50   |       |
| 119 | дер. Замошье и др. Минской обл.          | 53 | 28  | 13.05.1969 | 15.40-15.45 | 2   | 4     | 300-400 | ГМЦ   |
| 120 | пос. Ананицы Минской обл.                | 53 | 28  | 15.05.1969 | 2100-22.00  | 1   | -     | 100-200 | ГМЦ   |
| 121 | пос. Чаршангз Чарджоуской обл.           | 38 | 67  | 17.05.1969 | -           | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 122 | дер. Городея Минской обл.                | 53 | 27  | 31.05.1969 | 13.00       | 1   | -     | 60-70   | ГМЦ   |
| 123 | Узденский р-н Минской обл.               | 53 | 28  | 31.05.1969 | 15.00-16.00 | 2   | -     | 200-500 | ГМЦ   |
| 124 | Светлогорский р-н Гомельской обл.        | 52 | 30  | 31.05.1969 | 16.00-16.15 | 2   | -     | 150-300 | ГМЦ   |
| 125 | Ляховичский р-н Брестской обл.           | 53 | 27  | 31.05.1969 | 16.00-16.10 | 2   | -     | 150-250 | ГМЦ   |
| 126 | г. Малмыж Кировской обл.                 | 57 | 51  | 20.07.1969 | 15.00-15.04 | 1   | 2     | 100     | ГМЦ   |
| 127 | в Черном море у г. Геленджика            | 44 | 39  | 04.08.1969 | 06.15       | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 128 | в Черном море у г. Туапсе                | 44 | 40  | 04.07.1969 | 09.00       | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 129 | в Черном море у пос. Лоо                 | 44 | 40  | 04.08.1969 | 10.00-1100  | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 130 | в Черном море у пос. Вардане             | 44 | 40  | 04.08.1969 | 10.00-1100  | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 131 | в Черном море у пос. Якорная Щель        | 44 | 40  | 04.08.1969 | 10.00-1100  | 0   | -     | -       | ГМЦ   |
| 132 | в Черном море у пос. Джугба              | 44 | 40  | 04.08.1969 | 10.00-1100  | 0   | -     | -       | ГМЦ   |



|     |   |    |    |            |             |     |       |         |     |
|-----|---|----|----|------------|-------------|-----|-------|---------|-----|
| 133 | пос. Караша и пос. Кагарлык Киевской обл. | 50 | 31 | 18.08.1969 | 20.00       | 3   | -     | 150-400 | ГМЦ |
| 134 | дер. Граново Черкасской обл.              | 49 | 32 | 18.08.1969 | 17.00       | 3   | -     | 200-600 | ГМЦ |
| 135 | г. Омск                                   | 53 | 74 | 28.08.1969 | 15.00       | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 136 | в Черном море у г. Геленджик              | 44 | 39 | 19.10.1969 | ночь        | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 137 | дер. Чабанка Одесской обл.                | 46 | 29 | 05.05.1970 | 20.30       | 2   | -     | -       | ГМЦ |
| 138 | сел. Кыштовка Новосибирской обл.          | 56 | 77 | 23.06.1970 | 16.20-16.40 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 139 | г. Липецк                                 | 52 | 40 | 06.07.1970 | 12.10-13.17 | 1   | 100   | -       | ГМЦ |
| 140 | сел. Петровское Тамбовской обл.           | 53 | 41 | 06.07.1970 | 13.10-13.30 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 141 | сел. Пудовкино Тамбовской обл.            | 52 | 40 | 06.07.1970 | 14.20-15.00 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 142 | г. Тамбов                                 | 53 | 41 | 06.07.1970 | 14.43-17.20 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 143 | сел. Пересыпкино Тамбовской обл.          | 53 | 42 | 06.07.1970 | 15.00-16.00 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 144 | г. Кирсанов Тамбовской обл.               | 53 | 42 | 06.07.1970 | 16.00-16.30 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 145 | г. Щигры Курской обл.                     | 52 | 37 | 19.07.1970 | 14.53-15.10 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 146 | Пасвальский и Биржайский р-ны (Латвия)    | 56 | 25 | 15.07.1970 | 04.00-05.00 | 0,5 | 5-10  | 20-50   | ГМЦ |
| 147 | сел. Бакалы Башкирской АССР               | 55 | 54 | 18.08.1970 | 17.00       | 1   | 6     | 100     | ГМЦ |
| 148 | дер. Бехтеры Херсонской обл.              | 46 | 33 | 06.09.1970 | 15.00       | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 149 | сел. Венгерово Новосибирской обл.         | 56 | 77 | 17.05.1971 | 14.00-14.15 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 150 | сел. Меньшиково Новосибирской обл.        | 55 | 80 | 17.05.1971 | 16.30-16.45 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 151 | дер. Каменка Черкасской обл.              | 49 | 31 | 02.07.1971 | 15.30       | 2   | -     | -       | ГМЦ |
| 152 | дер. Сокольники Харьковской обл.          | 50 | 36 | 02.07.1971 | 19.52-19.57 | 2   | -     | -       | ГМЦ |
| 153 | станция Старолинская Краснодарского края  | 46 | 39 | 02.07.1971 | 18.30-18.50 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 154 | г. Сыктывкар                              | 62 | 51 | 26.07.1971 | 20.40-20.41 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 155 | г. Тюбук Челябинской обл.                 | 56 | 62 | 27.07.1971 | 19.00-19.10 | 2   | 10    | 200-600 | ГМЦ |
| 156 | г. Белый Калининской обл.                 | 56 | 32 | 03.08.1971 | 18.30       | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 157 | Зерноградский р-н Ростовской обл.         | 46 | 40 | 26.08.1971 | 16.00-16.05 | 2   | -     | -       | ГМЦ |
| 158 | г. Николаев                               | 46 | 31 | 21.07.1972 | 18.07-18.10 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 159 | г. Одесса                                 | 46 | 29 | 12.08.1972 | 18.10-18.20 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 160 | сел. Лекушонское Архангельской обл.       | 65 | 45 | 11.08.1972 | 17.25-17.30 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 161 | в Черном море у г. Сочи                   | 43 | 40 | 05.09.1972 | 10.35       | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 162 | в Черном море у г. Сочи                   | 43 | 40 | 03.09.1972 | 12.50-13.30 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 163 | в Черном море у пос. Лазаревское          | 43 | 40 | 08.09.1972 | 14.20-14.25 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 164 | в Черном море у г. Туапсе                 | 44 | 40 | 11.09.1972 | 23.00       | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 165 | сел. Пеньки Новосибирской обл.            | 55 | 80 | 14.07.1973 | 15.38-16.04 | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 166 | г. Ровно                                  | 51 | 26 | 20.08.1973 | 14.15-14.17 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 167 | г. Прилуки Черниговской обл.              | 51 | 32 | 10.09.1973 | 14.30-14.35 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 168 | г. Маневичи Волынской обл.                | 52 | 26 | 08.06.1974 | 13.22-13.24 | -   | -     | -       | ГМЦ |
| 169 | Городокский р-н Витебской обл.            | 55 | 30 | 28.06.1974 | 16.05-16.11 | 1   | 15-17 | 200-500 | ГМЦ |
| 170 | г. Карталы Челябинской обл.               | 53 | 61 | 30.06.1974 | 13.42-13.57 | 1   | 1,5   | 300     | ГМЦ |
| 171 | г. Харьков                                | 50 | 36 | 01.07.1974 | 19.48       | 1   | -     | -       | ГМЦ |
| 172 | сел. Дальние Пески Белгородской обл.      | 51 | 38 | 01.07.1974 | 20.30-22.00 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 173 | г. Каховка Херсонской обл.                | 46 | 33 | 16.07.1974 | 13.40-13.44 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 174 | г. Горький                                | 56 | 44 | 03.07.1974 | 17.00-17.15 | 3   | 8-9   | 100-300 | ГМЦ |
| 175 | г. Мелитополь Запорожской обл.            | 46 | 35 | 16.07.1974 | 15.46-15.58 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 176 | г. Ворошиловград                          | 49 | 40 | 23.07.1974 | 15.15       | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 177 | в Куршском заливе Балтийского моря        | 55 | 21 | 26.08.1974 | 18.00       | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 178 | г. Мелитополь Запорожской обл.            | 46 | 35 | 27.05.1975 | 12.55-13.04 | 0   | -     | -       | ГМЦ |
| 179 | г. Сумы                                   | 51 | 34 | 03.06.1975 | 04.53-      | 0   | -     | -       | ГМЦ |

|     |   |    |     |            |             |     |     |        |       |
|-----|---|----|-----|------------|-------------|-----|-----|--------|-------|
|     |   |    |     |            | 04.55       |     |     |        |       |
| 180 | г. Запорожье  | 48 | 35  | 03.06.1975 | 09.00-10.?? | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 181 | дер. Погорелово Новгородской обл.                   | 59 | 32  | 05.06.1975 | 21.30       | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 182 | г. Богучар Воронежской обл.                         | 50 | 41  | 06.06.1975 | 18.40-19.00 | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 183 | г. Первомайск Николаевской обл.                     | 48 | 30  | 07.06.1975 | 17.35-16.37 | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 184 | г. Борислав Львовской обл.                          | 49 | 26  | 20.06.1975 | 20.00       | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 185 | г. Умань Черкасской обл.                            | 49 | 30  | 07.06.1975 | 14.20       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 186 | Слуцкий р-н Минской обл.                            | 53 | 28  | 17.06.1975 | 18.00-18.20 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 187 | сеп. Бехтеры Херсонской обл.                        | 46 | 33  | 01.07.1975 | 15.15-15.26 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 188 | сеп. Бехтеры Херсонской обл.                        | 46 | 33  | 01.07.1975 | 16.20-16.23 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 189 | г. Кишинев (Молдавия)                               | 47 | 29  | 01.07.1975 | 17.00       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 190 | г. Бердянск Запорожской обл.                        | 47 | 37  | 05.07.1975 | 13,58       | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 191 | Каневский р-н Краснодарского края                   | 46 | 39  | 08.07.1975 | 17.05-17.20 | 2   | -   | -      | ГМЦ   |
| 192 | оз. Лендорское (Карелия)                            | 63 | 31  | 24.09.1975 | 17.30-17.38 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 193 | г. Сочи   | 43 | 40  | 1975       |             | 1   | -   | -      | ИГ АН |
| 194 | Оргеевский р-н (Молдавия)                           | 48 | 28  | 27.04.1976 | 14.30       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 195 | вблизи г. Ниды в Балтийском море                    | 56 | 21  | 26.08.1976 | 08,35-11.12 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 196 | г. Геничesk Херсонской обл.                         | 44 | 34  | 24.10.1976 | 17.00       | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 197 | Тракайский р-н (Литва)                              | 54 | 25  | 02.08.1977 | 19,00       | 0   | 5   | 10-30  | ГМЦ   |
| 198 | г. Ялта   | 44 | 34  | 22.06.1978 | 13.02-13,15 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 199 | сеп. Савино Пермской обл.                           | 58 | 56  | 02.08.1978 | 14.15       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 200 | Железнодорожный р-н Калининградской обл.            | 55 | 21  | 17.08.1978 | 16.30-16.35 | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 201 | Кедайнский р-н (Литва)                              | 55 | 24  | 30,08.1978 | 18.30       | 0,5 | -   | -      | ГМЦ   |
| 202 | с. Шангалы Архангельской обл.                       | 61 | 43  | 21.08.1978 | 16.50-17.00 | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 203 | Кедайнский р-н (Литва)                              | 56 | 24  | 30.08.1978 | 20.30       | ОБ  | 2   | 20-100 | ГМЦ   |
| 204 | г. Мичуринск Тамбовской обл.                        | 53 | 41  | 23.07.1979 | 18.00-18.20 | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 205 | Рогачевский р-н Гомельской обл.                     | 54 | 30  | 05.08.1979 | 14.15-14.28 | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 206 | г. Евпатория  | 45 | 33  | 17.08.1979 | 14.40-14.25 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 207 | г. Новгород-Волынский Житомирской обл.              | 50 | 27  | 02.06.1980 | 15.20       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 208 | г. Орехов Запорожской обл.                          | 48 | 36  | 02.06.1980 | 15.30       | 2   | -   | -      | ГМЦ   |
| 209 | г. Вольнянск Запорожской обл.                       | 48 | 36  | 02.06.1980 | 17.00       | 2   | -   | -      | ГМЦ   |
| 210 | г. СинельниковоДнепропетровской обл.                | 48 | 36  | 02.06.1980 | 17.50       | 2   | -   | -      | ГМЦ   |
| 211 | Слободзейский и Каушанский р-ны (Молдавия )         | 46 | 33  | 26.06.1980 | вечер       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 212 | г. Зилайскис (Латвия)                               | 57 | 26  | 10.07.1980 | 18.00       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 213 | г. Ширвинтос (Литва)                                | 55 | 25  | 29.05.1981 | 16.30       | 2   | 6   | 20-300 | ГМЦ   |
| 214 | юго-восток Латвии                                   | 56 | 27  | 05.06.1981 | 18.00       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 215 | Темрюкский р-н Краснодарского края                  | 45 | 38  | 01.07.1981 | 14.10       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 216 | Швенченский р-н (Литва)                             | 55 | 26  | 21.07.1981 | 15,00-16.00 | 1,5 | 50  | 10-200 | ГМЦ   |
| 217 | Сморганский и Новогрудненский р-ны Гродненской обл. | 53 | 26  | 21.07.1981 | 16.00-16.05 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 218 | Солнечногорский р-н Московской обл.                 | 56 | 37  | 21.07.1981 | 16.15       | 0   | 2-3 | 50-100 | ГМЦ   |
| 219 | г. Павловск Воронежской обл.                        | 51 | 40  | 01.08.1981 | 11.27-11.55 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 220 | Воронежская обл., заповедник                        | 52 | 41  | 1981       | -           | 1   | -   | -      | ИГ АН |
| 221 | г. Бирштонас (Литва)                                | 54 | 24  | 06,06.1982 | 16.10-16.20 | 1   | -   | 10-100 | ГМЦ   |
| 222 | г. Мценск Орловской обл.                            | 54 | 36  | 07,08.1982 | 14.25-14.35 | 0   | -   | -      | ГМЦ   |
| 223 | г. Сосновка Кировской обл.                          | 56 | 51  | 20.07.1982 | 17.00       | 2   | 8   | -      | ГМЦ   |
| 224 | Шальчининкский р-н (Латвия)                         | 54 | 25  | 14.08.1982 | 16.00-17.00 | 1   | 6   | 20-200 | ГМЦ   |
| 225 | Новогрудненский р-н Гродненской обл.                | 53 | 26  | 14,08.1982 | 17.00-17.05 | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 226 | г. Алатырь (Чувашия)                                | 55 | 46  | 1982       | -           | 2   | -   | -      | ГМЦ   |
| 227 | г. Купишкис (Литва)                                 | 56 | 25  | 12.05.1983 | 16.30-16.45 | 1,5 | 6   | 50     | ГМЦ   |
| 228 | г. Ворошиловград                                    | 48 | 39  | 19.06.1983 | 13.30       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 229 | оз. Байкал  | 53 | 107 | 02.08.1983 | 04.00       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |
| 230 | в Черном море у г. Анапа                            | 45 | 38  | 26.08.1983 | 07.40       | 1   | -   | 350    | ГМЦ   |
| 231 | Биржайский р-н (Литва)                              | 55 | 25  | 08.09.1983 | 19.00       | 1,5 | 6   | 50-200 | ГМЦ   |
| 232 | дер. Клепонино Крымской обл.                        | 45 | 34  | 10.10.1983 | 11,00       | 1   | -   | -      | ГМЦ   |

|     |   |    |     |            |             |     |     |         |       |
|-----|---|----|-----|------------|-------------|-----|-----|---------|-------|
| 233 | дер. Калиновка Винницкой обл.             | 49 | 29  | 14.05.1984 | 16.00       | 1   | -   | -       | ГМЦ   |
| 234 | сел. Красная Гора Брянской обл.           | 53 | 32  | 16.05.1984 | 19.45-19.55 | 1   | -   | -       | ГМЦ   |
| 235 | Каларашский р-н (Молдавия)                | 47 | 28  | 22.05.1984 | вечер       | 1   | -   | 10-15   | ГМЦ   |
| 236 | Шереметьево, Московская обл.              | 56 | 37  | 09.06.1984 | 13.09       | 1   | 10  | 50-100  | ГМЦ   |
| 237 | дер. Волосово Калининской обл.            | 57 | 34  | 09.06.1984 | 15.00-16.00 | 0   | -   | -       | ГМЦ   |
| 238 | дер. Голубково Ярославской обл            | 58 | 38  | 09.06.1984 | 15.00-17.00 | 3   | 100 | 300-600 | ГМЦ   |
| 239 | г. Иваново                                | 57 | 41  | 09.06.1984 | 16.05       | 4   | 160 | 300-800 | ГМЦ   |
| 240 | г. Москва                                 | 56 | 37  | 12.06.1984 | 22.00       | 0   | -   | 10-200  | ГМЦ   |
| 241 | Зарайский р-н Московской обл.             | 55 | 38  | 26.06.1984 | 16.00       | 1   | -   | 50-100  | ГМЦ   |
| 242 | г. Ковель Волинской обл.                  | 51 | 25  | 14.07.1984 | 16.00       | 1   | -   | -       | ГМЦ   |
| 243 | г. Саранск                                | 54 | 45  | 1984       | -           | 1   | -   | -       | ИГ АН |
| 244 | г. Алатырь (Чувашия)                      | 55 | 46  | 1984       | -           | -   | -   | -       | ИГ АН |
| 245 | юго-восток Архангельской обл.             | 61 | 46  | 1984       | -           | 1   | -   | -       | ИГ АН |
| 246 | г. Горький                                | 56 | 44  | 1984       | -           | 1   | -   | -       | ИГ АН |
| 247 | восток Ивановской обл.                    | 57 | 43  | 1984       | -           | 3   | -   | -       | ИГ АН |
| 248 | Костромская обл.                          | 58 | 41  | 1984       | -           | 2,5 | -   | -       | ИГ АН |
| 249 | Ярославская обл.                          | 58 | 39  | 1984       | -           | 2   | -   | -       | ИГ АН |
| 250 | Вильнюсский р-н (Литва)                   | 54 | 26  | 10.05.1985 | 19.50-20.20 | 2   | 14  | 50-500  | ГМЦ   |
| 251 | Синельниковский р-н Днепропетровской обл. | 48 | 35  | 30.05.1985 | 16.30       | 1   | 20  | -       | ГМЦ   |
| 252 | г. Днепропетровск                         | 48 | 35  | 30.05.1985 | 17.30       | 1   | -   | -       | ГМЦ   |
| 253 | г. Киев                                   | 51 | 30  | 30.05.1985 | 20 35-20.47 | 1   | -   | 30-50   | ГМЦ   |
| 254 | г. Киев                                   | 51 | 30  | 30.05.1985 | 21.10-21.15 | 1   | -   | 30-50   | ГМЦ   |
| 255 | сел. Тамбовка Астраханской обл.           | 40 | 46  | 20.06.1985 | 23.30       | 2   | -   | -       | ГМЦ   |
| 256 | г. Лиепая (Латвия)                        | 57 | 21  | 26.06.1985 | 17.00-18.00 | 1   | -   | -       | ГМЦ   |
| 257 | г. Данилов Липецкой обл.                  | 53 | 39  | 10.07.1985 | 15.15-15.25 | 1   | -   | -       | ГМЦ   |
| 258 | в Черном море у р. Хобзы                  | 44 | 40  | 21.08.1985 | 05.00       | 0   | -   | 50      | ГМЦ   |
| 259 | в Черном море у пос. Дагомыс              | 44 | 40  | 21.08.1985 | 06.00       | 0   | -   | 30      | ГМЦ   |
| 260 | г Морозовск Ростовской обл.               | 40 | 42  | 06.09.1985 | 17.00-17.50 | 1   | -   | 40      | ГМЦ   |
| 262 | г. Белинский Пензенской обл.              | 53 | 43  | 21.08.1986 | 14.00-16,00 | 1,5 | 100 | 150-300 | ГМЦ   |
| 263 | Читинская обл.                            | 53 | 110 | 09.08.1988 | -           | 1,5 | -   | -       | АЭП   |
| 264 | г. Туапсе                                 | 44 | 40  | 10.08.1988 | -           | 0   | -   | -       | АЭП   |

**Примечания.**

\* Данные приведены из [7].

\*\* Прочерк означает отсутствие данных

**Приложение 5**  
**(справочное)**

**КАТАЛОГ СМЕРЧЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА ПЕРИОД 1987 - 2001 гг.\***

| № п/п. | Место прохождения смерча  | Координаты (сев. шир./вост. долг. | Дата          | Время (московск.)         | Класс  | Длина пути, км | Ширина пути, м | Примечание   |
|--------|---|-----------------------------------|---------------|---------------------------|--------|----------------|----------------|--|
| 1      | Краснодарский край, г. Туапсе   | 44°06/31°04                       | 28.02.1987 г. | -                         | 0      | **             | -              | Над морем  |
| 2      | Омская обл., Русскополянский р-н, ст. Русская Поляна, совхоз им. Калинина | 53°47/75°53                       | 10.07.1987 г. | 16.00                     | 1      | -              | -              | Повреждены постройки, ЛЭП, линии связи, повалены деревья. Разрушены фермы, жилые дома.             |
| 3      | Саратовская обл., Саратовский р-н, сел. Липовка                           | -                                 | 28.07.1987 г. | 16.20-16.30               | 1      | 5              | 40             | Повреждение строений, повал деревьев. Разрушен дом, поврежден телятник.                            |
| 4      | Ростовская обл., Таганрогский залив, р-н Маргаритовка                     | 47°08/37°50                       | 03.08.1987 г. | 20.05-20.15               | 0      | -              | -              | В 2 км от берега над заливом.  |
| 5      | Омская обл., Таврический р-н  | 54°42/73°05                       | 06.08.1987 г. | 17.00-18.00               | 1(1,5) | -              | -              | Повалены и вырваны с корнем деревья, железобетонные опоры ЛЭП, повреждены строения, сорваны крыши. |
| 6      | Иркутская обл., Братский р-н, сел. Ключи-Булак                            | -                                 | 14.08.1987 г. | 13.00-13.10               | 1      | -              | -              | Повреждены ЛЭП, строения.  |
| 7      | Приморский край, Пограничный р-н, сел.                                    | 44°24/131°23                      | 28.08.1987 г. | 11.15-11.21 (15.00-15.06) | 1      | 0,9            | 15             | Повреждение домов, ферм, повал деревьев.   |

|    |   |              |                    |             |         |    |      |   |
|----|---|--------------|--------------------|-------------|---------|----|------|---|
|    | Бойкое (р-н р. Байкал)                            |              |                    |             |         |    |      |   |
| 8  | Ярославская обл., Любимский р-н, сел. Закобякино  | -            | 29.08.1987 г.      | -           | 1       | -  | -    | Снесены крыши 25 домов.   |
| 9  | Краснодарский край, г. Туапсе                     | 44°06/39°04  | 16.09.1987 г.      | 14.55-15.00 | 0       | -  | -    | Над морем.  |
| 10 | Еврейская авт. обл., г. Биробиджан                | -            | 20.09.1987 г.      | 16.00-16.07 | 1       | 9  | 3000 | Повреждение домов, повал деревьев.  |
| 11 | Омская обл., Любимский р-н                        | -            | 27.09.1987 г.      |             | 1,5     | -  | -    | Повреждены 29 домов, ЛЭП, повалено 60 опор, останавливалось движение ж/д транспорта.  |
| 12 | Пермская обл., сел. Оханск                        | -            | 31.05.1988 г.      | 13.00-13.07 | 1,5     | 25 | 600  | Повреждение домов, ЛЭП, массовый повал деревьев   |
| 13 | Красноярский край, ж/д ст. Ирма (ст. Ирша)        | 55°55/94°47  | 01.06.1988 г.      | 9.30(14.00) | 1 (2,5) | -  | -    | Прошел вдоль ж/д пути. Опрокинуты товарный поезд, 2 вагона, сброшен контейнер.  |
| 14 | Краснодарский край, г. Новороссийск               | 44°43/37°52  | 2,06.1988 г.       | 13.50-14.05 | 0       | -  | -    | -   |
| 15 | Вблизи г. Новороссийска, в море                   | -            | 20.06.1988 г.      | 15.00       | 0       | -  | -    | -   |
| 16 | Краснодарский край, г. Адлер, р. Херота           | 43°26/39°54  | 25.06.1988 г.      | 9.00(16.00) | 1       | -  | -    | Выход на сушу в устье реки, оползни, подтопление хлебокомбината, дорог, подвалов (повреждение домов, ЛЭП, линий связи, остановка движения поездов). |
| 17 | Горьковская обл., вблизи г. Н. Новгорода          | -            | 08,07.1988 г.      | 17.00       | 1       | -  | -    | Повреждение самолетов на аэродроме.   |
| 18 | Ростовская обл., Багаевский р-н, пос. Багаевский  | -            | 22.07,1988 г.      | 07.00-07.10 | 1       | -  | -    | Снесены крыши домов, повреждены ЛЭП, линии связи, повалены деревья. Погиб 1 чел.  |
| 19 | Краснодарский край, пос. Джугба, в море           | -            | 23.07.1988 г.      | 17.00       | 0       | -  | -    | -   |
| 20 | Читинская обл., Миллинский р-н                    | -            | 31.07.1988 г.      | 16.00       | 15      | -  | -    | Повреждены дома, ЛЭП, связь, повалены деревья.  |
| 21 | Московская обл., Пушкинский р-н, пос. Клязьма     | -            | 04.08.1988 г.      | 17.00       | 0       | -  | -    | Повреждены ЛЭП, линии связи, поломаны деревья.  |
| 22 | Краснодарский край, г. Туапсе                     | 44°06/39°04  | 11.08.1988 г.      | 16.00       | 0(1)    | -  | -    | Подтопление домов. Вышел на сушу в устье реки, паводком разрушен мост на автотрассе.  |
| 23 | Краснодарский край, г. Туапсе, в море             | 44°06/39°04  | 28(29).08. 1988 г. | 1100-13.00  | 0       | -  | -    | Серия смерчей над морем, продолжительность существования 2-3 мин.   |
| 24 | Читинская область, Александро-Заводский р-н       | 50°56/117°56 | 3107.1988 г.       | 16.00       | 1       | -  | -    | Повал леса, повреждение построек.   |
| 25 | Краснодарский край, пос. Дагомыс                  | 43°36/39°43  | 07.07.1989 г.      | 13.00-13.02 | 0       | -  | -    | Разрушение домов, подтопление дорог.  |
| 26 | Саратовская обл., пос. Лысье (Лисьи) горы         | -            | 18.07.1989 г.      | 10.00-10.05 | 0(1)    | -  | -    | Повреждение домов, ЛЭП, линий связи.  |
| 27 | Нижегородская обл. Пильневский и Гагаринский р-ны | 55°42/46°14  | 18.05.1990 г.      | 17.00-18.00 | 1       | -  | -    | Верховой смерч, пострадали только высокие здания и сооружения. Массовое повреждение ЛЭП, линий связи. Разрушение построек. Повал деревьев.          |
| 28 | Марийская р-ка, пос. Карлыган                     | -            | 17.06.1990 г.      | 14.00       | 1       | -  | -    | Снесены крыши домов, нарушена линия связи, повреждены ЛЭП.  |
| 29 | Пермская обл., сел. Большая Сосновка              | -            | 18.06.1990 г.      | 18.00       | 1       | -  | -    | Разрушение построек, повреждение ЛЭП, линий связи.  |
| 30 | Ростовская обл., Багаевский р-н                   | 47°14/40°48  | 22.06.1990 г.      | 16.00-16.10 | 1       | -  | -    | Повреждены ЛЭП, линии связи, 52 дома, посева, повалены деревья, бетонные столбы.  |
| 31 | Марийская р-ка, г. Йошкар-Ола                     | -            | 14.08.1990 г.      | 19.00-19.20 | 2,5     | -  | -    | Разрушены дома, повреждены ЛЭП, линии   |

|    |   |               |               |             |         |     |         |   |
|----|---|---------------|---------------|-------------|---------|-----|---------|---|
|    |   |               |               |             |         |     |         | связи.  |
| 32 | Ярославская обл., г. Рыбинск, Рыбинский и Тутаев-ский р-ны  | 58°06/38°41   | 20.05.1991 г. | 14.00-15.00 | 1       | 1   | 400     | Повалены деревья, столбы, сорваны крыши, разрушены деревянные постройки, повалено несколько электрических и телефонных деревянных опор, 9 человек получили легкие травмы. Скорость ветра 25-30 м/с.   |
| 33 | Нижегородская обл., Сергачский р-н                          | 55°31/45°27   | 22.05.1991 г. | -           | 0-1 (1) | -   | 50-75   | Два смерча параллельно двигались с юга на север на расстоянии 400-600 м. Снесены шиферные и железные крыши, повалены деревья более чем в 10 деревнях. Скорость ветра 30 м/с.  |
| 34 | Новосибирская обл., пос. Пионер Кемеровского р-на           | -             | 17.06.1991 г. | 13.05-13.08 | 2(0,5)  | 1,5 | 500-600 | Повреждено 36 домов (2 дома не подлежат восстановлению), снесены крыши, побиты окна, сломаны деревья.   |
| 35 | Омская обл., сел. Саргатка                                  | -             | 16.06.1991 г. | 11.00-11.20 | 0       | -   | -       | -   |
| 36 | Алтайский край, р-н ст. Бийск-Зональная                     | 52°38/84°56   | 29.06.1991 г. | 16.30-16.55 | 1       | -   | -       | Разрушены строения, снесены крыши, повалены деревья, столбы, порваны ЛЭП.   |
| 37 | Челябинская обл., оз. Узункуль                              | 55° 15/61° 33 | 15,07.1991 г. | Около 15.00 | 1(2)    | -   | -       | Разрушена база отдыха, сорваны крыши, вырваны рамы и двери летних домиков, один домик перенесен на 4 м, 2 металлических склада с имуществом перенесены на 25 м, разбиты лодки. Водяной столб высотой 20 м обрушился на коллективный сад, разрушил дорогу, частично дома рядом с базой отдыха. Нарушена телефонная связь. Разрушена железная дорога. |
| 38 | Краснодарский край, р-н г. Сочи, долина рек Мацеста и Бзугу | 43°34/39°42   | 24.07.1991 г. | 01.00-02.00 | 2(0,5)  | -   | -       | Вышел с моря, в реках уровень поднялся на 5 м, большие разрушения, погибли 5 человек. Повреждение домов, ЛЭП, линий связи. Прекращение движения поездов.  |
| 39 | Р-ка Татарстан, р-н и сел. Аскубаево                        | 54°59/50°47   | 24.07.1991 г. | 15.45-16.00 | 1 (0,5) | -   | 30      | Погибли 4 человека. Повреждение ЛЭП, домов, линий связи и др.   |
| 40 | Краснодарский край, г. Сочи                                 | 24.07.1991г.  | 21.00         | 0,5         | -       | -   | -       | Повреждение домов, ЛЭП, повал деревьев, 5 человек погибли.  |
| 41 | Краснодарский край, р-н г. Сочи, пос. Лазаревское           | 43°34/39°45   | 1.08.1991 г.  | 05.00-06.00 | 1       | -   | -       | Смыты мосты, затоплены первые этажи, есть человеческие жертвы.  |
| 42 | Краснодарский край, р-н г. Сочи, пос. Дагомыс               | 43°36/39°43   | 1.08.1991 г.  | 12.20-13.06 | 1       | -   | -       | Смыты 7 автомостов, есть человеческие жертвы.   |
| 43 | Краснодарский край, г. Туапсе                               | -             | 1.08.1991 г.  | -           | 1,5     | -   | -       | Погибли 38 человек. Повреждены дома, ЛЭП, линии связи.  |
| 44 | Краснодарский край, пос. Джугба                             | 44°19/38°43   | 5.08.1991 г.  | 12.05       | 0       | -   | -       | С моря ушел в горы.   |
| 45 | Тверская обл. Пеновский р-н, дер. Косинский Бор             | 56°54/32°54   | 12.08.1991 г. | 16.00-16.02 | 1 (2,5) | -   | -       | Погибли 3 человека, ранены 17 (туристы). Повалено множество деревьев.   |
| 46 | Омская обл., Чержакский (Мурманский) р-н                    | 54°26/77°10   | 10.08.1991 г. | 15.00       | 1       | 6   | -       | Снесены крыши, повалены деревья, столбы. Повреждение ЛЭП, линий связи.  |
| 47 | Вблизи г. Омска   | -             | 13.08.1991 г. | -           | 1       | 3   | 30      | Повалены опоры ЛЭП,   |

|    |  |             |                    |                    |        |     |         |  |
|----|--|-------------|--------------------|--------------------|--------|-----|---------|--|
|    |  |             |                    |                    |        |     |         | линии связи, многие деревья.   |
| 48 | Краснодарский край, пос. Джугба  | 44°19/38°43 | 21.09.1991 г.      | 11.05              | 0      | -   | -       | Над морем.   |
| 49 | Краснодарский край, вблизи г. Туапсе   | 44°06/31°04 | 23.04.1992 г.      | 09.20-09.30        | 0      | -   | -       | Над морем.   |
| 50 | Московская обл., Талдомский р-н, совхоз Талдом   | 56°41/37°13 | 17.06.1992 г.      | -                  | 1      | -   | -       | Крыши и стены домов смещены, повалены деревья.   |
| 51 | Краснодарский край, р-н г. Сочи  | 43°34/39°46 | 9.7.1992 г.        | 08.55-09.15        | 0      | -   | -       | Над морем.   |
| 52 | Тверская обл., Пеновский р-н   | 56°54/32°56 | 4.08.1992 г.       | -                  | 1      | -   | -       | Повал леса, человеческие жертвы.   |
| 53 | Тверская обл., Калининский р-н   | 56°54/35°52 | 4.08.1992 г.       | -                  | 2      | -   | -       | Разрушены дома, склады, телятник.  |
| 54 | Свердловская обл., г. Серов  | 59°35/60°35 | 5.06.1993 г.       | -                  | 1      | -   | -       | Повреждены стекла, крыши, ЛЭП и линии связи.   |
| 55 | Самарская обл., райцентр Приволжье   | 51°21/46°04 | 24.06.1993 г.      | 19.30-19.45        | 1      | 4-5 | 7-10    | Смерч прошел узкой полосой. Разрушены крыши домов, сломаны деревья. Повреждение ЛЭП.                                     |
| 56 | Пермская обл., пос. Большая Сосьва, дер. Левшино   | 57°10/54°14 | 26.06.1993 г.      | -                  | 1      | -   | 100     | Повреждены и снесены крыши, сломаны и вывернуты деревья.   |
| 57 | Пермская обл., дер. Медведков-Левино, пос. Большая Сосьва  | -           | 29.06.1993 г.      | 16.00-16.10        | 1,5    | -   | 100     | Повреждено 70 домов, 3 человека ранены.  |
| 58 | Московская обл., Егорьевский р-н, Каширский р-н, пос. Никулино, пос. Рублевское, пос. Знаменское | 45°48/38°08 | 24.07.1993 г.      | 09.00-09.04        | 1(2)   | -   | 500-800 | Поломаны деревья, оборваны ЛЭП, повреждена кровля. Повреждение ЛЭП и линий связи.  |
| 59 | Тверская обл.  | -           | 17.08.1993 г.      | -                  | 1,5    | -   | -       | Повалены деревья, повреждены ЛЭП.  |
| 60 | Калмыкия   | -           | 27.08.1993 г.      | -                  | 0,5    | -   | -       | Повреждение строений, ЛЭП.   |
| 61 | Свердловская обл., г. Серов  | -           | 05.06.1994 г.      | 12.00-12.04        | 1      | -   | -       | Сорвано 60 крыш, повалены деревья, повреждены ЛЭП, линии связи.  |
| 62 | Кировская обл., Нолинский р-н, дер. Перевоз  | -           | 08.06.1994 г.      | 18.00              | 1      | -   | -       | Сорваны крыши, обрывы ЛЭП, линий связи.  |
| 63 | Астраханская обл., Камызянский р-н, сел. Каралат   | 46°06/48°24 | 13.06.1994 г.      | 18.00              | 0(2)   | -   | -       | Разрушены кошары.  |
| 64 | Московская обл., г. Павлов Посад   | 55°45/38°42 | 14.06(07). 1994 г. | 18.00              | 1      | -   | -       | Разрушены строения, ЛЭП, повалены деревья.   |
| 65 | Новосибирская обл., райцентр Кочки   | 54°17/80°30 | 5.07.1994 г.       | 14.14-14.18        | 1      | -   | -       | Снесены крыши домов, выбиты стекла.  |
| 66 | г. Тверь   | 56°53/35°50 | 18.07.1994 г.      | -                  | 2(1,5) | -   | 100     | Вывернуты вековые деревья, поломаны бетонные опоры.  |
| 67 | Новосибирская обл., райцентр Чаны, дер. Сарыбалык (Сарыболук)                                    | 55118/7634  | 27.07.1994г        | 14.00-15.00(11.00) | 3(1,5) | -   | 200-400 | Разрушены жилые и производственные помещения, ЛЭП, сорваны крыши, перенесены трактор, вагон, животные. Повалены деревья. |
| 68 | Саратовская обл., Калининский р-н, сел. Богатовка  | -           | 13.08.1994 г.      | 09,00-09.15        | 1      | -   | -       | Повреждены ЛЭП, линии связи, повалены деревья.   |
| 69 | Рязанская обл., Сасовский р-н  | -           | 11.08.1994г.       | -                  | 1      | -   | -       | Повреждение домов, ЛЭП, линий связи. Повалены деревья.   |
| 70 | Татария, пос. Большая Атна   | -           | 15.08.1994 г.      | -                  | 1,5    | 1   | 50-100  | Повреждены ЛЭП, линии связи, повалены деревья. Сорвано 40 крыш.  |
| 71 | Р-ка Удмурдия, Можгинский р-н, дер. Нижняя Бия   | 56°26/52°12 | 17.08,1994 г.      | 18.00              | 2(1)   | 1   | 50      | Повреждение крыш домов, ЛЭП, производственных зданий. Разрушены стены, вывернуты деревья.                                |
| 72 | Краснодарский край, Туапсинский р-н (в море)   | 44°04/39°03 | 26.09.1994 г.      | 10.50-16.10        | 0      | -   | -       | Серия смерчей над морем.   |
| 73 | Краснодарский край,  | 44°04/39°03 | 27.09.1994 г.      | 12.25-12.48        | 0      | -   | -       | Над морем.   |

|    |  |              |                              |             |   |     |              |  |  |
|----|--|--------------|------------------------------|-------------|---|-----|--------------|--|--|
|    | г. Туапсе  |              |                              |             |   |     |              |  |  |
| 74 | Р-ка Удмурдия, Увинский р-н, дер. Рябиновка.                                 | 56°53/52°09  | 17.05.1995 г.                | 22.00       | 0 | -   |              |  | Разрушена крыша фермы.   |
| 75 | Смоленская обл., р. Сож, пос. Укосы  | 54°12/32°10  | 24.05.1995 г.                | 19.30-19.40 | 1 | -   | -            |  | Повреждены крыши жилых, служебных домов, ЛЭП, вывернуты с корнем деревья.                            |
| 76 | Р-ка Удмурдия, Маркинский р-н, дер. Сюрсовой                                 | -            | 3-4. 06.1995 г.              | 0.00-0.15   | 1 | -   | -            |  | Разрушены кровли 33 домов, ЛЭП-750, поломаны вековые деревья.  |
| 77 | Ивановская обл., Вичугский р-н, дер. Заселье                                 | 57°19/41°49  | 21.06.1995 г.                | 18.30       | 2 | -   | -            |  | Снесены крыши, разрушена ферма.  |
| 78 | Ивановская обл., г. Кинешма  | 57°27/42°11  | 21.06.1995 г.                | 19.30       | 1 | -   | -            |  | Повалены деревья, повреждены ЛЭП, крыши нескольких домов.  |
| 79 | Р-ка Мордовия, Дубенский р-н   | 54°20/46°10  | 21.06.1995 г.                | 20.00       | 2 | -   | -            |  | Смерч прошел через 5 деревьев. Повреждены крыши, разрушены стены.                                    |
| 80 | Р-ка Карачаево-Черкессия, Хабезский р-н                                      | -            | 28.07.1995 г.                | 20.00       | 1 | 2-3 | -            |  | Смерч прошел через 4 аула. Разрушены крыши, погнуты трубы газопровода.                               |
| 81 | Краснодарский край, Туапсинский р-н  | 44°06/39°04  | 5.09.1995 г.                 | 18.35       | 0 | -   | -            |  | Группа смерчей над морем, два из которых вышли с моря на берег.                                      |
| 82 | Краснодарский край, г. Туапсе  | 44°06/39°04  | 18.09.1995 г.                | 09.35-09.45 | 0 | -   | -            |  | Над морем.   |
| 83 | Р-ка Мордовия, г. Инсар (4 р-на)   | 53°53/44°23  | 26.06.1996 г.                | 19.00       | 2 | 400 | Узкая полоса |  | Разрушены дома в городе, сельхозтехника.   |
| 84 | Р-ка Чувашия, Порецкий и Алеквинский р-ны                                    | 55°11/46°36  | 28.06.1996 г.                | 20.40-20.45 | 2 | -   | -            |  | Большие разрушения.  |
| 85 | Р-ка Марий-Эл, Кияемарский, Парангинский, Звениговский, Горно-армейский р-ны | 56°42/49°38  | в ночь с 28 на 29.06.1996 г. | -           | - | -   | -            |  | Повалены столбы ЛЭП, сорваны крыши.  |
| 86 | Краснодарский край, г. Геленджик   | 44°34/38°02  | 21.08.1996 г.                | 18.25-18.45 | 0 | -   | -            |  | Вышел на сушу.   |
| 87 | Приморский край, Амурский залив  | 43°09/131°52 | 20.09.1997 г.                | 06.00       | 2 | -   | -            |  | Вышел на берег. Разрушения во Владивостоке (р-н Эгершельд), повреждены гаражи, бетонные конструкции. |
| 88 | Приморский край, Уссурийский залив, р-н ст. Океанская                        | 43°04/132°13 | 20.09.1997 г.                | -           | 1 | -   | -            |  | Вышел на берег. Разрушена ЛЭП, повалены деревья.   |
| 89 | Ростовская обл., г. Таганрог   | 47°11/38°53  | 25.06.1998 г.                | -           | 2 | 2   | 50           |  | Нанесен ущерб военному аэродрому, разрушен асфальтовый завод.  |
| 90 | Краснодарский край, р-н г. Сочи  | 43°35/39°47  | 23.09.1998 г.                | 17.40       | 0 | -   | -            |  | Над морем.   |
| 91 | Краснодарский край, р-н г. Сочи  | 43°35/39°47  | 24.09.1998 г.                | 07.10       | 0 | -   | -            |  | Над морем.   |
| 92 | Р-ка Мордовия, г. Саранск  | 54°08/45°11  | 26.04.1999 г.                | 09.58       | 2 | 0,5 | 10           |  | Поднял в воздух и перенес на 20 м две легковые машины.   |
| 93 | Р-ка Башкирия, метеостанция Аксаково   | 54°03/54°11  | 30.05.1999 г.                | -           | 0 | -   | -            |  | Ущерб сельхозкультурам.  |
| 94 | Ивановская обл, пос. Балино  | -            | 31.05.1999 г.                | -           | 0 | -   | -            |  | -  |
| 95 | Читинская обл., Оловянинский р-н   | 50°26/114°18 | 15.08.1999 г.                | 18.00       | 2 | -   | -            |  | Разрушения на Харанорской ГЭС.   |
| 96 | Алтайский край, Целинный р-н   | 53°04/86°06  | 8.06.2000 г.                 | -           | 1 | -   | -            |  | Повреждены крыши, ЛЭП. Повалены деревья.   |
| 97 | Смоленская обл, Починковский р-н, дер. Шмаково                               | 54°24/32°27  | 10.07.2000 г.                | 19.00-19.10 | 1 | 1   | 20           |  | Повреждены жилые дома и хозяйственные строения.  |
| 98 | Краснодарский край, г. Туапсе  | 44°05/39°03  | 2.08.2000 г.                 | 21.10-21.15 | 0 | -   | -            |  | 2 смерча, один прекратил существование над морем, второй дошел до порта.                             |
| 99 | Краснодарский край, г. Туапсе  | 44°05/39°03  | 26.08.2000 г.                | 11.10-11.20 | 0 | -   | -            |  | Над морем.   |

|     |                                     |             |               |             |   |   |         |            |
|-----|-------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---|---|---------|------------|
| 100 | Краснодарский край, г. Туапсе       | 44°05/39°03 | 26.08.2000 г. | 11.45-11.55 | 0 | - | -       | Над морем  |
| 101 | Краснодарский край, г. Туапсе       | 44°05/39°03 | 27.08.2000 г. | 19.40-19.50 | 0 | - | -       | Над морем. |
| 102 | Краснодарский край, г. Новороссийск | 44°43/39°03 | 27.08.2000 г. | 19.40-19.50 | 0 | - | -       | Над морем. |
| 103 | Краснодарский край, г. Адлер        | 43°25/39°53 | 26.09.2001 г. | 14.55-15.05 | 1 | 3 | 300-600 | -          |

**Примечания.**

\* Источник данных - Гидрометеоцентр России (ГМЦ).

\*\* Прочерк означает отсутствие данных

**Приложение 6  
(рекомендуемое)**

**ВЕРОЯТНОСТНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ СМЕРЧЕОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОИАЭ\***

1. Общее число смерчей  $N$ , прошедших через рассматриваемый район, и суммарную площадь разрушений  $S$  следует определять с помощью выражений:

$$N = \sum_{k=0}^m n_k a(k), \quad S = \sum_{k=0}^m n_k a(k) L_k W_k \quad (1)$$

где  $n_k$  - число зарегистрированных смерчей класса  $k$ ,

$L_k$  -длина пути смерча;

$W_k$  -ширина пути смерча.

2. Годовая вероятность  $P_s$  возникновения смерчеопасного события в районе размещения и сооружения ОИАЭ в пределах окружающей площадку объекта территории площадью  $1000 \text{ км}^2$ , расположенной в районе площадью  $A$  с однородными физико-географическими условиями образования смерчей, определяется по формуле:

$$P_s = \frac{S \cdot 10^3}{AT} \quad (2)**$$

где  $S$  - суммарная площадь зоны разрушений от смерчей в районе площадью  $A$ ;

$T$  - эффективный период наблюдений.

3. Для оценки эффективного периода наблюдений  $T$  в рассматриваемом районе (зоне) путем анализа хронологического графика зарегистрированных смерчей необходимо выбрать максимальный однородный по частоте прохождения смерчей период  $T_0$ , в течение которого зарегистрировано  $m_0$  смерчей. Величину  $T$  следует определять из условия постоянной частоты прохождения смерчей по формуле:

$$T = T_0 \frac{m}{m_0} \quad (3)$$

где  $m$  - полное число смерчей, зарегистрированных в районе.

Значения  $T$  для различных районов и зон повышенной смерчеопасности, а также площадей  $A$  районов и зон принимаются по данным приложения 4.

4. Годовая вероятность прохождения смерча с классом интенсивности  $k$  через район площадью  $A$ , в котором находится площадка ОИАЭ, должна определяться на основе соотношения:

$$P = P_s [1 - F(k)] \quad (4)$$

где  $F(k)$  - вероятность непревышения класса  $k$  среди смерчей, зарегистрированных в данном районе.

5. Пороговый уровень вероятности возникновения смерчеопасного события  $P_0$  определяет принятие решений об учете смерчей.

Статистические данные о прохождении смерчей над территорией выбранной площадки размещения ОИАЭ определяют решение о принятии допустимого предела вероятности возникновения смерчеопасного события  $P_0$ . С учетом рекомендаций [1]  $P_0$  следует принимать равным  $10^{-4}$ .

Если  $P_s > P_0$ , то территория площадью  $A$ , на которой размещена площадка ОИАЭ, является смерчеопасной, что требует определения эмпирических интегральных вероятностей  $F(k)$  расчетного класса вероятности  $K_p$  и других производных расчетных характеристик вероятного смерча.

6. Исходной характеристикой для оценки смерчеопасности является класс интенсивности смерча из таблицы приложения 3, полученной на основе шкалы Фуджиты - Пирсона (Руководство МАГАТЭ по безопасности N 50-SG-S11A [7]).

Класс интенсивности определяет основные динамические параметры смерчевого вихря. Он устанавливается по  $F$  - шкале Фуджиты (приложение 1) на основе количественных и качественных описаний последствий прохождения смерча.



7. Расчетный класс интенсивности вероятного смерча на территории размещения ОИАЭ следует определять с учетом требования:

$$F(k_p) = 1 - \frac{P_0}{P_s} \quad (5)$$

по формуле:

$$k_p = -\frac{1}{\alpha} \left[ \ln \left( 1 - \frac{P_0 AT}{S \cdot 10^3} \right) + b \right] \quad (6)**$$

8. Значение  $F(k)$  определяется при выполнении условия:

$$P_s > P_0 \quad (7)$$

При невыполнении условия (7) установление смерчеопасности и расчетных характеристик смерчей не проводится и территория размещения ОИАЭ принимается безопасной по вероятным воздействиям смерчей.

\*Данные приведены из [7].

\*\* Формулы из [7] здесь приводятся с изменениями.

## Приложение 7 (рекомендуемое)

### УСТАНОВЛЕНИЕ СМЕРЧЕОПАСНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕРЧЕЙ ПРИ ВЫБОРЕ ПЛОЩАДКИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОИАЭ\*

1. При выборе площадки ОИАЭ в пределах зон повышенной смерчеопасности, смерчеопасных и несмерчеопасных районов оценка степени смерчеопасности территории площадки и определение расчетных характеристик смерчей должны проводиться с учетом общего числа смерчей, проходящих через район (зону) площадью  $A$  (приложение 4), включая смерчи, зарегистрированные дополнительно на год проведения изысканий.

Общее число смерчей  $N$ , прошедших через рассматриваемый район, и суммарную площадь разрушений  $S$  следует определять с помощью выражений:

$$N = \sum_{k=0}^{m_k} n_k \alpha(k), \quad S = \sum_{k=0}^{m_k} n_k \alpha(k) L_k W_k \quad (1)$$

где  $m_k$  - наибольший наблюденный класс смерчей в районе;

$n_k$  - число зарегистрированных смерчей класса  $k$  в районе;

$L_k$  - длина пути смерча;

$W_k$  - ширина пути смерча;

$\alpha(k)$  - отношение фактического числа смерчей к числу зарегистрированных смерчей, принимаемое в зависимости от класса интенсивности равным:

$$\alpha(k) = \alpha_0 \quad \text{при } k \leq 1, \\ \alpha(k) = 1 \quad \text{при } k > 1 \quad (2)$$

Значения  $\alpha_0$  для различных районов и зон повышенной смерчеопасности принимаются по данным приложения 4 с учетом схемы районирования, приведенной на карте приложения 1.

2. Эмпирическая интегральная вероятность  $F(k)$  смерча класса  $k$ , принимающая  $n_k$  значений, определяется следующим образом:

$$F_i(k) = \frac{i \alpha_0 L_0 W_0}{S} \quad \text{при } k = 0 \quad (i = 1, \dots, n_0) \quad (3)$$

$$F_i(k) = \frac{1}{S} \sum_{j=0}^{k-1} n_j \alpha(j) L_j W_j + \frac{i \alpha(k) L_k W_k}{S} \quad \text{при } k > 0 \quad (i = 1, \dots, n_k) \quad (3)$$

При графическом построении кривой интегральной вероятности систему эмпирических точек следует спрямлять с помощью логарифмической шкалы вероятностей:

$$-\ln F(k) = ak + b \quad (4)$$

где  $a$  и  $b$  - константы, определяемые методом наименьших квадратов:

$$\alpha = \frac{\langle k \rangle \cdot \langle \ln F(k) \rangle - \langle k \ln F(k) \rangle}{\langle k^2 \rangle - \langle k \rangle^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{\langle k \rangle \cdot \langle k \cdot \ln F(k) \rangle - \langle k^2 \rangle \cdot \langle \ln F(k) \rangle}{\langle k^2 \rangle - \langle k \rangle^2} \quad (6)$$

В выражениях (5) и (6) символом  $\langle \rangle$  обозначена процедура осреднения.

$$\langle x \rangle = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}, \quad \text{где } n = \sum_{k=1}^m n_k - \text{число наблюдаемых смерчей в районе.}$$

3. Расчетный класс интенсивности вероятного смерча  $k_p$  следует вычислять по формуле (6) приложения 6.

\* Данные приведены из [7].

Расчетные характеристики вероятного смерча: скорость вращения стенки воронки  $V_p$ ; его поступательная скорость  $U_p$ ; длина  $L_k$  и ширина  $W_k$  пути прохождения смерча; перепад давления между периферией и центром воронки  $\Delta p_p$  следует определять по расчетному классу интенсивности  $k_p$  с помощью формул:

$$V_k = 6,3(k_p + 2,5)^{1,5}, \text{ м/с} \quad (7)$$

$$U_k = 1,575(k_p + 2,5)^{1,5}, \text{ м/с} \quad (8)$$

$$L_k = 1,609 \cdot 10^{0,5(k_p - 0,5)}, \text{ км} \quad (9)$$

$$W_k = 1,609 \cdot 1^{0,5(k_p - 4,5)}, \text{ км} \quad (10)$$

$$\Delta p_k = 0,486(k_p + 2,5)^3, \text{ ГПа} \quad (11)$$

$$(0 < k < 5)$$

#### Приложение 8 (справочное)

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СМЕРЧА ПО F-ШКАЛЕ ФУДЖИТЫ

| Класс интенсивности смерча | Диапазон максимальных горизонтальных скоростей вращательного движения стенки смерча, м/с | Характер разрушений  |
|----------------------------|--|--|
| 0                          | До 33  | Слабые повреждения. Некоторые повреждения труб и телевизионных антенн; сломанные ветки деревьев; поваленные деревья с неглубоко залегающими корнями.   |
| 1                          | 33-49  | Средние повреждения. Сорваны крыши; разбиты окна; перевернуты или передвинуты легкие автоприцепы; некоторые деревья вырваны с корнем или унесены; движущиеся автомобили снесены с дороги.  |
| 2                          | 50-69  | Значительные повреждения. Сорваны крыши каркасов домов (прочные вертикальные стены не разрушены); разрушены неустойчивые здания в сельских районах; разрушения жилые автоприцепы; крупные деревья вырваны с корнем или унесены; опрокинуты железнодорожные товарные вагоны; подняты в воздух легкие предметы; снесены автомобили с шоссе.                                    |
| 3                          | 70-92  | Серьезные повреждения. Сорваны крыши с каркасов домов и разрушена часть вертикальных стен; здания в сельской местности полностью разрушены; опрокинуты поезда; разорваны конструкции со стальной оболочкой типа ангаров или пакаузов; автомобили отрывались от земли и подбрасывались в воздух; большинство деревьев в лесу вырваны с корнем, унесены или повалены на землю. |
| 4                          | 93-116   | Опустошительные разрушения. Каркасы повалены на землю целиком, остались лишь груды обломков; стальные конструкции сильно разрушены, кора с деревьев содрана небольшими летящими обломками; автомобили или поезда отброшены на значительное расстояние; крупные летящие предметы в воздухе.   |
| 5                          | 117-140  | Потрясающие повреждения. Каркасы домов полностью сорваны с фундаментов; железобетонные конструкции сильно повреждены; в воздухе летящие предметы размером с автомобиль, могут возникать чрезвычайные явления.  |
| 6-12                       | 141-330 (до скорости звука)  | Невообразимые разрушения. Если случится смерч с максимальной скоростью ветра, превышающей класс 6, то степень и тип повреждений трудно предположить. Ряд летящих предметов, таких, как холодильники, водонагреватели, цистерны и автомобили, могут нанести серьезные вторичные повреждения конструкциям.   |

#### Приложение 9 (справочное)

#### ДИАПАЗОНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕРЧЕЙ \*

| Класс интенсивности $k$ | Диапазоны характеристик   |   |  |  |   |
|-------------------------|---|---|--|--|---|
|                         | Максимальная горизонтальная скорость вращательного движения стенки смерча $V$ , м/с | Поступательная скорость движения смерча $U$ , м/с | Длина пути прохождения смерча $L$ , км | Ширина пути прохождения смерча $W$ , м | Перепад давления между периферией и центром воронки смерча $\Delta p$ , ГПа |
| 0                       | До 33   | До 8  | До 1,6                                 | До 16                                  | До 13   |
| 1                       | 33-49   | 8-12  | 1,6-5,0                                | 16-50                                  | 14-31   |

|   |         |       |           |           |         |
|---|---------|-------|-----------|-----------|---------|
| 2 | 50-69   | 13-17 | 5,1-16,0  | 51-160    | 32-60   |
| 3 | 70-92   | 18-23 | 16,1-50,9 | 161-509   | 61-104  |
| 4 | 93-116  | 24-29 | 51-160    | 510-1600  | 105-166 |
| 5 | 117-140 | 30-35 | 161-507   | 1601-5070 | 167-249 |

Данные приведены из [7].

**Приложение 10**  
**(справочное)**

**Пределные границы параметров, согласно которым осуществляется классификация по степени опасности \***

I степень опасности - скорость ветра больше или равна 50 м/с; перепад давления больше или равен 3 кПа<sup>\*\*</sup>; класс по шкале интенсивности соответствует F2 и выше; длина пути равна или более 5 км<sup>\*\*</sup>, а ширина пути равна или более 50 м.

II степень опасности - скорость ветра менее 50 м/с; перепад давления меньше 3 кПа<sup>\*\*</sup>; класс по шкале интенсивности соответствует F1; длина пути менее 5 км<sup>\*\*</sup>, а ширина пути менее 50 м.

III степень опасности - скорость ветра меньше 35 м/с; перепад давления равен или меньше 1 кПа; класс по шкале интенсивности соответствует F0 и меньше F0; длина пути равна или меньше 1,6 км, а ширина пути равна или меньше 16 м.

Данные приведены из [1].

\* Данные из [1] здесь приводятся с изменениями

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ**

1. ПНАЭ Г-05-035-94. Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на ядерно- и радиационно опасные объекты.
2. ПНАЭ Г-03-33-93. Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности АС.
3. 50-SG-S11A. Учет экстремальных метеорологических явлений при выборе площадок АЭС (без учета тропических циклонов). Серия изданий по безопасности МАГАТЭ. № 50-SG-S11A, Вена, 1983.
4. Э. Симиу, Р. Сканлан. Воздействие ветра на здания и сооружения. М., Стройиздат, 1984.
5. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия.
6. Бирбраер А.Н., Шульман С.Г. Прочность и надежность конструкций АЭС при особых динамических воздействиях. М., 1989.
7. РД 95 10444-91. Рекомендации по определению расчетных характеристик смерчей при размещении атомных станций.
8. Брюхань Ф.Ф., Ляхов М.Е., Погребняк В.Н. Смерчеопасные зоны в СССР и размещение атомных станций. Изв. АН СССР, сер. геогр., 1989. № 1.