РУКОВОДСТВА ПО БЕЗОПАСНОСТИ
при использовании атомной энергии



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕРЧА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

РБ-022-01

gost.e-ecolog.ru

ФБУ «НТЦ ЯРБ»

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

УДК 551.515.3: 621.039.5

Рекомендации по оценке характеристик смерча для объектов использования атомной энергии. РБ-022-01

Госатомнадзор России
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.Н., Силаева Л.Ф., Сорочинский М.А., Фихиева Л.М., Югай Т.З.

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

ОСНОВНЫЕ 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 смерчеопасности - 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).

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

Смерчеопасный район - территория, на которой вероятность прохождения смерчей через фиксированную точку превышает допустимый предел смерчеопасного 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 смерчеопасности 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 смерчеопасности.

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 смерчеопасности и определения расчетных параметров смерчей. Примененный ими расчетный метод должен обосновываться в программе работ по определению или уточнению смерчеопасности территории размещения ОИАЭ и в материалах по обоснованию безопасности ОИАЭ.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭТАПАМ ОЦЕНКИ СМЕРЧЕОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ

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

а) предварительная оценка смерчеопасности;

б) определение смерчеопасности 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 смерчеопасности и расчетных параметров смерчей с учетом мониторинга смерчей в рамках мониторинга опасных атмосферных явлений на исследуемой территории размещения и соору-

жения ОИАЭ.

3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СМЕРЧЕОПАСНОСТИ

3.1. Предварительная оценка смерчеопасности 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 смерчеопасности 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 смерчеопасности (А, Б, В) или к смерчеопасному району (с индексами IБ, IВ, IГ, IД, IЕ, IIА, IIБ, III, VВ), 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 смерчеопасности (А, Б, В) и смерчеопасных районов (с индексами IБ, IВ, IГ, IД, IЕ, IIА, IIБ, III, VВ) по данным справочного приложения 3 определяются предварительные характеристики смерчеопасности:

- годовая вероятность P_S возникновения смерчеопасного события в районе предполагаемого размещения ОИАЭ в пределах окружающей площадку объекта территории площадью 1000 км^2;
- расчетные характеристики вероятного смерча, включая k_P, V_P, U_P, Δp_P.

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

3.6. Территория размещения ОИАЭ, расположенная в пределах несмерчеопасного района (с индексами IА, IБ, IVВ, VА, VБ, VГ), принимается безопасной по вероятным воздействиям смерчей.

3.7. Смерчеопасность 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 смерчеопасности принимают по данным района (зоны), имеющего более высокую степень смерчеопасности. Шириной пограничной зоны следует считать расчетную длину пути смерча максимального наблюденного в этих районах класса.

4. АНАЛИЗ КАТАЛОГА СМЕРЧЕЙ

4.1. Оценку смерчеопасности 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 гг. (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 гг. (приложение 5). С учетом дополнительных данных о прохождении смерчей оценка смерчеопасности 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 несмерчеопасной 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 смерчеопасности 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. Смерчеопасность 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 смерчеопасности 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 несмерчеопасной 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 гг. (приложение 5). В случае получения дополнительных данных о прохождении смерчей степень смерчеопасности 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 смерчеопасности по схеме приложения 1.

6. МОНИТОРИНГ СМЕРЧЕЙ

6.1. Уточнение смерчеопасности 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 прохождения смерчей в районе размещения ОИАЭ и пополнение каталога смерчей.

6.3. С учетом данных мониторинга смерчей и пополнения каталога смерчей уточняются характеристики смерчеопасности 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 смерчеопасности 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. Смерчеопасность 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 Δp.

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 Ps возникновения смерчеопасного события в районе размещения и сооружения ОИАЭ в пределах окружающей площадку объекта территории площадью 1000 км^2.

7.11. Если для района размещения ОИАЭ в пределах окружающей площадку объекта территории площадью 1000 км^2, расположенной в зоне с однородными физико-географическими условиями образования смерчей (схема приложения 1), установлена годовая вероятность прохождения смерчей более P_0 ($Ps > P_0$), 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]:

$$p_a(r) = \rho \frac{V_m^2}{2}\left(2 - \frac{r^2}{R_m^2}\right); \qquad 0 \le r \le R_m; \tag{1}$$

$$p_a(r) = \rho \frac{V_m^2}{2} \cdot \frac{R_m^2}{r^2}; \qquad r \ge Rm, \tag{2}$$

где V_m - максимальная тангенциальная скорость ветра;

R_m - радиус, соответствующий максимальной скорости вращения воздушного потока;

ρ - 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 $p_a^{\text{макс}} = \rho V_m^2$.

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 смерчеопасности 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 бронебойный 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 V [3].

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

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

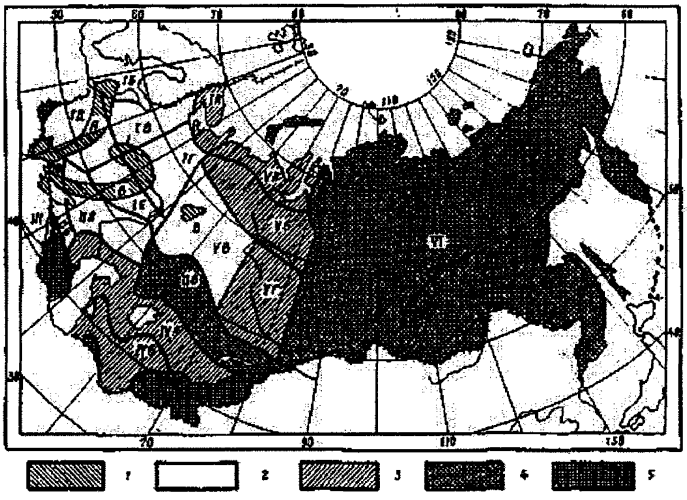

Рис. 1. Схема районирования территории бывшего СССР по смерчеопасности.

Масштаб 1: 50 000 000:

1 - зоны повышенной смерчеопасности; 2 - смерчеопасные районы; 3 - несмерчеопасные 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^2	T, лет	a_0	Распределение зарегистрированных смерчей по классам									Число зарегистрированных смерчей в районе (зоне)
				0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	
По районам													
IA	197	20	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
IБ	60	20	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	3
IB	525	20	2	4	3	4	5	2	-	-	-	-	18
IГ	668	62	1,5	7	-	8	-	9	1	5	1	1	32
IД	700	47	1,5	15	-	26	-	1	-	5	-	-	59
IE	414	45	2	12	-	17	1	3	-	1	-	-	32
IIA	534	26	3	3	-	8	-	1	-	-	-	-	18
IIБ	206	28	1,5	17	-	11	-	7	1	1	-	-	32
IIB	970	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	0
III	7	34	1,5	17	-	2	-	-	-	-	-	-	19
IVA	1044	26	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3
IVБ	819	26	3	4	-	1	-	1	-	-	-	-	5
VA	510	26	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
VБ	842	30	4	1	-	2	-	-	-	-	-	-	4
VB	1498	53	3	2	-	13	1	1	-	-	-	-	25
VГ	1047	26	4	1	-	7	-	9 -	-	-	-	-	8
VI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
По зонам													
A	376	36	1,5	12	3	30	4	1	1	13	-	-	76
Б	494	44	1,5	26	-	26	1	3	1	8	1	1	76
B	96	32	2	1	-	7	-	1 2 3	-	-	-	-	11

* Данные приведены из [7].

Приложение 3
(справочное)

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

Зона повышенной смерчеопасности или смерчеопасный район	$P_S \cdot 10^{-4}$ ** для территории площадью 1000 км^2	k_P	V_P, м/с	U_P, м/с	Δp_P, ГПа
1	2	3	4	5	6
А	30	2,58	72	18	64
Б	87	3,58	94	24	109
В	12	1,93	59	15	42
IБ	1,6	0,56	34	8	14
IВ	3,6	1,75	55	14	37
IГ	39	3,69	97	24	115
IД	14	2,75	76	19	70
IЕ	6,6	2,12	62	16	48
IIА	5,6	2,01	60	15	44
IIБ	24	2,71	75	19	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, м	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

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты		Дата	Время	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Источник данных
		сев. шир.	вост. долг.						
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

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты		Дата	Время	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Источник данных
		сев. шир.	вост. долг.						
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. Купалы	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	21.05.1965	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. Фенино 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
92	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

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты		Дата	Время	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Источник данных
		сев. шир.	вост. долг.						
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. Мозолевщина 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	11.00-12.00	1	-	-	ГМЦ
111	в Азовском море у г. Тамани	45	37	21.08.1967	15.00-16.00	0	-	-	ГМЦ
112	г. Мединикай (Литва)	55	24	21.09.1967	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. Биршгонас (Литва)	54	24	08.09.1968	17.00	0	2-3	10-50	ГМЦ
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	21.00-22.00	1	-	100-200	ГМЦ
121	пос. Чаршанга 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	10.00-11.00	0	-	-	ГМЦ
130	в Черном море у пос. Вардане	44	40	04.08.1969	10.00-11.00	0	-	-	ГМЦ
131	в Черном море у пос. Якорная Щель	44	40	04.08.1969	10.00-11.00	0	-	-	ГМЦ
132	в Черном море у пос. Джугба	44	40	04.08.1969	10.00-11.00	0	-	-	ГМЦ
133	пос. Караща и пос. Кагарлык Киевской обл.	50	31	18.08.1969	20.00	3	-	150-400	ГМЦ

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты		Дата	Время	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Источник данных
		сев. шир.	вост. долг.						
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	станица 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

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты		Дата	Время	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Источник данных
		сев. шир.	вост. долг.						
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	04.53-04.55	0	-	-	ГМЦ
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	сел. Бехтеры Херсонской обл.	46	33	01.07.1975	15.15-15.26	0	-	-	ГМЦ
188	сел. 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. Геническ 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	сел. Савино Пермской обл.	58	56	02.08.1978	14.15	1	-	-	ГМЦ
200	Железнодорожный р-н Калининград-ской 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	0,5	2	20-100	ГМЦ
204	г. Мичуринск Тамбовской обл.	53	41	23.07.1979	18.00-18.20	1	-	-	ГМЦ

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты		Дата	Время	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Источник данных
		сев. шир.	вост. долг.						
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. Синельниково Днепропетровской 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. Клепинино 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

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты		Дата	Время	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Источник данных
		сев. шир.	вост. долг.						
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 Волынской 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
261	Мадонский р-н (Латвия)	57	26	07.07.1986	15.00-16.00	2	35	150	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. Бойкое (р-н р. Байкал)	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.
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

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты (сев.шир./вост. долг.)	Дата	Время (московск.)	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Примечание
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	1.5	-	-	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.	11.00-13.00	0	-	-	Серия смерчей над морем, продолжительность существования 2-3 мин.
24	Читинская область, Александро-Заводский р-н	50°56/117°56	31.07.1988 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.

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты (сев.шир./вост. долг.)	Дата	Время (московск.)	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Примечание
26	Саратовская обл., пос. Лысые (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., Богаевский р-н	47°14/40°48	22.06.1990 г.	16.00-16.10	1	-	-	Повреждены ЛЭП, линии связи, 52 дома, посевы, 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 Тутаевский 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 кры-

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты (сев.шир./вост. долг.)	Дата	Время (московск.)	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Примечание
								ши, 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	-	24.07.1991 г.	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.

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты (сев.шир./вост. долг.)	Дата	Время (московск.)	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Примечание
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 (Чурманский) 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,	45°48/38°08	24.07.1993 г.	09.00-09.04	1 (2)	-	500-800	Поломаны деревья, оборваны ЛЭП, повреждена

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты (сев.шир./вост. долг.)	Дата	Время (московск.)	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Примечание
	Каширский р-н, пос. Никулино, пос. Рублевское, пос.Знаменское							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	27.07.1994 г.	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	-	11.08.1994 г.	-	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.

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты (сев.шир./вост. долг.)	Дата	Время (московск.)	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Примечание
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, г. Туапсе	44°04/39°03	27.09.1994 г.	12.25-12.48	0	-	-	Над морем.
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. Сюрсовай	-	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 деревень. 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	55110/46°36	28.06.1996 г.	20.40-20.45	2	-	-	Большие разрушения.
85	Р-ка Марий-Эл, Килемарский, Параигинский, 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.

№ п/п	Место прохождения смерча	Координаты (сев.шир./вост. долг.)	Дата	Время (московск.)	Класс	Длина пути, км	Ширина пути, м	Примечание
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:

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

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 км^2, расположенной в районе площадью A с однородными физико-географическими условиями образования смерчей, определяется по формуле:

$$P_S = \frac{S \cdot 10^3}{AT}, \tag{2}**$$

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:

$$T = T_0 \frac{m}{m_0}, \tag{3}$$

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 $Ps > P_0$, 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:

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

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:

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

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;

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

$a(k) = a_0$ при $k \le 1$,

$a(k) = 1$ при $k > 1$. (2)

Значения a_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:

$$F_i(k) = \frac{i a_0 L_0 W_0}{S} \quad \text{при } k = 0 \ (i = 1,\ldots,n_0) \tag{3}$$

и

$$F_i(k) = \frac{1}{S} \sum_{j=0}^{k-1} n_j a(j) L_k W_k + \frac{i a(k) L_k W_k}{S} \text{ при } k > 0 \ (i = 1,\ldots,n_k). \tag{3}$$

---

* Данные приведены из [7].

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

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

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

$$a = \frac{\langle k \rangle \cdot \langle \ln F(k) \rangle - \langle k \ln F(k) \rangle}{\langle k^2 \rangle - \langle k \rangle^2}, \qquad (5)$$

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

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

$\langle x \rangle = \sum_{m=1}^{n} x_m$, где $n = \sum_{k=1}^{m} n_k$ - число наблюденных смерчей в районе.

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

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 Δp_P следует определять по расчетному классу интенсивности k_P с помощью формул:

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

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

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

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

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

$(0 < k < 5)$

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;
2	50 – 69	движущиеся автомобили снесены с дороги.
3	70 – 92	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.
4	93 – 116	Серьезные повреждения. Сорваны крыши с каркасов домов и разрушена часть вертикальных стен; здания в сельской местности полностью разрушены; опрокинуты поезда; разорваны конструкции со сталь-

* Данные приведены из [5].

5	117 – 140	ной оболочкой типа ангаров или пакгаузов; автомобили отрывались от земли и подбрасывались в воздух; большинство деревьев в лесу вырваны с корнем, унесены или повалены на землю.
6-12	141 – 330 (до скорости звука)	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. Потрясающие повреждения. Каркасы домов полностью сорваны с фундаментов; железобетонные конструкции сильно повреждены; в воздухе летящие предметы размером с автомобиль; могут возникать чрезвычайные явления. 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 Δp, 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)

Предельные 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**; класс по шкале интенсивности соответствует $F2$ и выше; длина пути равна или более 5 км**, а ширина пути равна или более 50 м.

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

Руководства по безопасности

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕРЧА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

РБ-022-01

Официальное издание

Ответственный за выпуск Синицына Т.В.
Компьютерная верстка Зернова Э.П.

Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности (НТЦ ЯРБ) является официальным издателем и распространителем нормативных актов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.04.06 № 384)

Тираж 100 экз.

Отпечатано в НТЦ ЯРБ. Москва, ул. Малая Красносельская, д.2/8, корп.5

Телефон редакции: 8-499-264-28-53

gost.e-ecolog.ru