ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ РД 52.11.679 – 2006

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Комплексная оценка возможных вредных уровней воздействия на окружающую среду при работах по активным воздействиям на гидрометеорологические и геофизические процессы

ДОЛГОПРУДНЫЙ
ЦАО
2006

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственным учреждением Центральная аэрологическая обсерватория (ГУ ЦАО), Государственным учреждением Главная геофизическая обсерватория (ГУ ГГО), Государственным учреждением Научно-исследовательский центр дистанционного зондирования атмосферы (ГУ НИЦ ДЗА), Государственным учреждением Высокогорный геофизический институт (ГУ ВГИ), Государственным учреждением «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ГУ НПО «Тайфун») Росгидромета

2 РАЗРАБОТЧИКИ Г.П.Берюлев, канд. физ.-мат. наук, отв. исполнитель темы, М.Т. Абшаев, д-р физ.-мат. наук, проф., Д.Р.Айсин, Н.К.Диденко, Б.И.Зимин, канд. физ.-мат. наук, В.Н.Иванов, канд. физ.-мат. наук, В.Н.Козлов, канд. техн. наук, О.А.Кумукова, А.В.Лихачев, А.М. Малкарова, канд. физ.- мат. наук, С.М.Окунев, Ю.А.Пузов, Е.В.Степанова, В.И.Черныш, О.Л.Элькина, Р.Ю.Рябова, нормоконтролер

3 ВНЕСЕН Управлением геофизического мониторинга, активных воздействий и государственного надзора Росгидромета

4 УТВЕРЖДЕН Руководителем Росгидромета 03.04.2006

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН ЦКБ ГМП ГУ «НПО «Тайфун» за номером РД.52.11.679–2006

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

II

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения, сокращения 2
4 Общие положения 6
4.1 Виды активных воздействий 6
4.2 Основные факторы вредных физических воздействий на окружающую среду 6
4.3 Общая оценка факторов ВФВ при проведении активных воздействий 8
4.3.1 Оценка факторов ВФВ при проведении ПГЗ 8
4.3.2 Факторы ВФВ при искусственном регулировании осадков 10
4.3.3 Факторы ВФВ при искусственном рассеянии тумана и борьбе с заморозками 12
4.3.4 Факторы ВФВ при борьбе с грозами 14
4.3.5 Факторы ВФВ при проведении предупредительного спуска лавин 16
4.3.6 Факторы ВФВ при лабораторном контроле эффективности реагентов 17
5 Методики оценки уровней ВФВ при проведении активных воздействий. 18
5.1 Расчетные методики 18
5.1.1 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при проведении ПГЗ 18
5.1.2 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при АВ по искусственному регулированию осадков 20
5.1.3 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при АВ по рассеянию переохлажденных туманов и борьбе с заморозками 23
5.1.4 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при борьбе с грозами 27
5.1.5 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при проведении предупредительного спуска лавин 30
5.2 Экспериментальные методики оценки ВФВ 31
5.2.1 Общие вопросы организации экспериментальной оценки ВФВ. 31
5.2.2 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при ПГЗ 34
5.2.3 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при искусственном регулировании атмосферных осадков 35
5.2.4 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при АВ на переохлажденные туманы и заморозки 36
5.2.5 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при грозозащите 38
5.2.6 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при предупредительном спуске лавин 39
Справочное приложение А. Содержание вредных веществ в продуктах сгорания противоградовых ракет и среднегодовой расход ракет на один объект активного воздействия 40

Справочное приложение Б. Примеры применения расчетной методики оценки уровней ВФВ при проведении противоградовой защиты 42
Справочное приложение В. Пример применения расчетной методики оценки уровней ВФВ на окружающую среду при искусственном регулировании атмосферных осадков. 44
Справочное приложение Г. Реагенты и технические средства воздействия на переохлажденные туманы и заморозки 45
Справочное приложение Д. Ориентировочные значения удельных выбросов загрязняющих веществ при АВ на туманы и заморозки 47
Обязательное приложение Е. Нормативы предельно-допустимых концентраций химических веществ, применяемых при АВ на туманы и заморозки 48
Библиография 49

IV

Введение

В основу настоящего руководящего документа положен многолетний опыт разработки, испытаний, опытного и оперативного практического применения научно-исследовательскими учреждениями, военизированными службами и сетевыми подразделениями Росгидромета всех известных в настоящее время видов активного воздействия на гидрометеорологические и другие геофизические процессы. При этом очевидно, что проведение любого из этих видов воздействий наряду с достижением запланированного и ожидаемого изменения определенных процессов в окружающей среде может вызывать также и некоторые побочные неблагоприятные воздействия на окружающую среду. Поэтому неизбежной была постановка задачи создание методики обоснованной оценки возможных предельных уровней вредных воздействий на окружающую среду как базы данных для дальнейшего совершенствования методов и средств активного воздействия с целью повышения их экологической безопасности.

Настоящие методические указания представляют собой первый результат решения этой задачи.

V

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ВРЕДНЫХ УРОВНЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РАБОТАХ ПО АКТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ НА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Дата введения – 2007-01-01

1 Область применения

Настоящие методические указания устанавливают порядок и последовательность операций по выполнению комплексной оценки возможных вредных уровней воздействия на окружающую среду при подготовке и проведении активных воздействий на гидрометеорологические и геофизические процессы и явления (далее - активные воздействия).

Технологии активных воздействий, виды которых определены в 4.1, разработаны в научно - исследовательских учреждениях (НИУ) Росгидромета и внедряются в практику в управлениях по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) Военизированными службами (ВС) Росгидромета.

Методические указания являются обязательными для специалистов УГМС, НИУ и ВС Росгидромета, осуществляющих активные воздействия.

2 Нормативные ссылки

В настоящем руководящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 17.2.4.02-81 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ

ГОСТ Р 51945-2002. Аспираторы. Общие технические условия

ГОСТ Р 52361-2005 Контроль объектов аналитический. Термины и определения

ОСТ 52.11.25-86 Активные воздействия на гидрометеорологические процессы. Термины и определения

РД 52.04.212-86 Общесоюзный нормативный документ. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий

РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы

РД 52.04.306-92 Охрана природы. Атмосфера. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха

РД 52.04.628-2001 Инструкция. Порядок проведение работ по искусственному вызыванию осадков из конвективных облаков при борьбе с лесными пожарами с борта легкомоторных воздушных судов

РД 52.11.637-2002 Методические указания. Проведение работ по искусственному увеличению атмосферных осадков самолетными методами

РД 52.11.646-2003 Методические указания. Проведение работ по искусственному увеличению осадков из слоистообразных облаков

РД 52.37.613-2000 Руководство по снеголавинным работам

3 Термины и определения, сокращения

В настоящих методических указаниях приняты следующие термины и сокращения с соответствующими определениями терминов и расшифровкой сокращений:

3.1 **активное воздействие на гидрометеорологические и другие геофизические процессы** (далее – **активное воздействие):** Преднамеренное изменение естественного хода гидрометеорологического или геофизического процесса в желаемом направлении путем химического, механического и иного искусственного воздействия с целью предотвращения града, увеличения или уменьшения количества атмосферных осадков, подавления грозовой активно-сти, рассеяния туманов, профилактического спуска снежных лавин, ослабления заморозков и т.д.

3.2 **активное воздействие на облако:** Преднамеренное воздействие на облако с целью изменения естественного хода его микрофизических и динамических процессов - рассеяния облаков, ускорения осадкообразования в них, увеличения выпадающих из них осадков и т.п. (ОСТ 52.11.25-86)

3.3 **аспиратор:** Устройство для отбора и измерения объема (расхода) проб газа для последующего его анализа

3.4 **вредное воздействие на окружающую среду:** Воздействие хозяйственной и иной деятельности человека, последствия которой приводят к отрицательным изменениям состояния окружающей среды

3.5 в**редное физическое воздействие АВ; ВФВ АВ: Р**езультат работ по активному воздействию, который прямо или косвенно через цепь природных

связей оказывает отрицательное влияние на население, природную среду и наносит ущерб хозяйственной деятельности

3.6 **ВФВ на атмосферный воздух:** вредное воздействие шума, вибрации, ионизирующего излучения, температурного и других физических факторов, изменяющих температурные, энергетические, волновые, радиационные и другие физические свойства воздуха, влияющие на здоровье человека и окружающую природную среду

3.7 **выброс загрязняющих веществ в атмосферу:** Поступление за определенное время в воздух или образование в нем физико-химических агентов и веществ (в единицах массы), неблагоприятно воздействующих на людей и окружающую природную среду

3.8 **выброс тепла в атмосферу при активном воздействии:** количество теплоты, поступающее в воздух в процессе генерации и введения реагентов

3.9 **генератор льдообразующих аэрозолей:** Установка для получения льдообразующего аэрозоля механическим, тепловым и другим способами (ОСТ 52.11.25-86)

3.10 **загрязнение атмосферы:** Изменение состава атмосферы в результате наличия в ней примеси

3.11 **загрязняющее атмосферу вещество:** Примесь в атмосфере, которая может оказывать неблагоприятное влияние на здоровье людей и/или на окружающую природную среду

3.12 **заморозок:** Понижение температуры воздуха до отрицательных значений вечером и ночью при положительной температуре днем

3.13 **защищаемая территория; ЗТ:** Территория, на которой проводятся опытные или производственные работы по изменению режима осадков или другие активные воздействия

3.14 **источник объемного тепловыделения; ИОТ:** Ограниченная область пространства с заданными (регулируемыми) термодинамическими характеристиками, формируемая в атмосфере путем создания аэровзвеси из частиц топлива (порошки легких металлов, полимеров) с последующим инициированием реакции горения в облаке частиц топлива

3.15 **ледяные (льдообразующие) ядра:** Частицы атмосферного или искусственного аэрозоля, вызывающие образование ледяных частиц в облаках и туманах при температуре ниже 0 °С (ОСТ 52.11.25-86)

3.16 **льдообразующий реагент:** Вещество (смесь веществ), которое используется в работах по активному воздействию на облака с целью получения ледяных частиц (ОСТ 52.11.25-86)

3.17 **норматив ВФВ:** Максимально допустимая количественная характеристика вредного физического воздействия, превышение которой приводит

к отрицательному влиянию на природную среду и наносит ущерб хозяйственной деятельности

3.18 **Ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющего атмосферу вещества; ОБУВ:** Временный гигиенический норматив для загрязняющего атмосферу вещества, устанавливаемый расчетным методом только для целей проектирования промышленных объектов

3.19 **пункт воздействия; ПВ:** Ракетный или артиллерийский пункт, с которого проводится активное воздействие с использованием противоградовых ракет и артиллерийских снарядов

3.20 **переохлажденный туман испарения; ТИ:** Туман, возникающий вследствие испарения с водной поверхности в более холодный воздух и сохраняющийся при отрицательных температурах

3.21 **предельно допустимая концентрация примеси в атмосфере; ПДК:** Максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него и на окружающую среду в целом вредного действия, включая отдаленные последствия

3.22 **предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест; ПДК$_{м.р}$, мг/м^3:** Максимальная концентрация вредного вещества, которая не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека при вдыхании в течение 30 мин

3.23 **предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест; ПДК$_{с.с}$, мг/м^3:** Максимальная концентрация вредного вещества, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании

3.24 **предельно допустимая концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны; ПДК$_{р.з}$,мг/м^3:** Концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в пределах 8 ч или другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений

3.25 **предельно допустимый выброс; ПДВ:** Максимальный выброс примесей в атмосферу, при котором в районе расположения данного источника выброса с учетом влияния соседних источников концентрация примесей в атмосфере не превысит ПДК

3.26 **примеси в атмосфере:** Рассеянные в атмосфере вещества, не содержащиеся в ее постоянном составе

3.27 **разовая концентрация:** Концентрация примесей в атмосфере, определяемая по единичной пробе на протяжении 20-30-минутного интервала времени

3.28 **разовая проба воздуха:** Единичная проба воздуха, отобранная для анализа, и/или исследования его структуры, и/или определения его свойств, отражающая химический состав, и/или структуру, и/или свойства воздуха за промежуток времени, не превышающий 1 часа (ГОСТ Р52361-2005)

АВ - активное воздействие на гидрометеорологические и другие геофизические процессы

ВВ - взрывчатые вещества

ВМ - взрывчатые материалы

ВС - военизированная служба по активному воздействию

ВСВ - величина временно согласованных выбросов

ВФВ - вредное физическое воздействие

ЗТ - защищаемая территория

ИОТ - источник объемного тепловыделения

МРЛ - метеорологический радиолокатор

НИУ - научно-исследовательское учреждение

ОБУВ - ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющего атмосферу вещества

ОС - окружающая среда

ПВ - ракетный или артиллерийский пункт воздействия

ПГЗ - противоградовая защита

ПГИ - противоградовое изделие

ПДВ - предельно допустимый выброс примесей в атмосферу

ПДУ - предельно-допустимый уровень

ПК - персональный компьютер

ППЭ СВЧ - излучения - плотность потока электромагнитного СВЧ-излучения

ППЭ- плоский пиротехнический элемент

СВЧ - сверхвысокая частота

ССЗ - санитарно-защитная зона

ТИ - переохлажденный туман испарения

УГМС - Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

ЭМП - электромагнитные поля

4 Общие положения

4.1 Виды активных воздействий

4.1.1 К настоящему времени в РФ разработаны, прошли всестороннюю апробацию и внедрены (или внедряются) в практику оперативного использо-вания для решения народно-хозяйственных задач следующие виды активных воздействий на гидрометеорологические процессы и операций по подготовке активных воздействий:

а) противоградовая защита (ПГЗ) сельскохозяйственных угодий с использованием ракетной технологии;

б) искусственное регулирование атмосферных осадков путем самолетного воздействия на облака, в том числе с целью улучшения погодных условий и с целью борьбы с лесными пожарами;

в) активное воздействие на переохлажденные туманы с целью их рассеяния и на заморозки для защиты сельскохозяйственных растений;

г) активное воздействие на конвективные облака с целью предотвращения гроз;

д) активное воздействие на снеголавинные процессы с целью предупредительного спуска снежных лавин контролируемых объемов;

е) лабораторный контроль эффективности реагентов для засева облаков и туманов - обязательная процедура, предшествующая полевым работам по активному воздействию.

4.2 Основные факторы вредных физических воздействий на окружающую среду

4.2.1 К основным факторам вредного физического воздействия на окружающую среду (ВФВ) при проведении ПГЗ с помощью ракетной технологии следует отнести:

- загрязнение атмосферного воздуха, почвы и воды в открытых водоемах йодистым серебром AgI и продуктами сгорания топлива двигателей ракет;
- загрязнение почвы обломками корпусов отработавших ракет;
- электромагнитное излучение метеорологических радиолокаторов МРЛ-5 и средств радиосвязи, применяемых для обнаружения градоопасных облаков и для управления активными воздействиями;
- непреднамеренное изменение режима осадков (уменьшение или увеличение их количества) на защищаемой и прилегающей территориях.

4.2.2 Основными факторами ВФВ при искусственном регулировании атмосферных осадков, в том числе с целью улучшения погодных условий и с целью борьбы с лесными пожарами, являются:

– загрязнение атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод йодистым серебром и другими реагентами, используемыми в применяемых пиротехнических средствах для засева облаков (магний Mg, калий K, азотистые соединения NH_4, NO_3 и др.);

– загрязнение атмосферного воздуха двуокисью углерода CO_2 при использовании для засева облаков в качестве хладоагента гранулированной твердой CO_2;

– внесение в атмосферный воздух дополнительного азота N_2 при использовании для засева в качестве хладоагента жидкого азота;

– загрязнение атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод грубодисперсными порошками, используемыми для динамического подавления развития облаков;

– электромагнитное излучение метеорологических радиолокаторов и радиотехнических средств радиосвязи, используемых при проведении работ;

– непреднамеренное изменение режима осадков на территориях, прилегающих к площади направленного изменения атмосферных процессов.

4.2.3 Основными факторами ВФВ при активных воздействиях на переохлажденные туманы испарения и заморозки являются:

– выброс тепла в атмосферу, обусловленный работой технических средств воздействия;

– высокая температура создаваемых в атмосфере источников объемного тепловыделения (ИОТ) в период горения аэровзвесей используемого для активного воздействия топлива;

– повышенный уровень инфракрасного и светового излучения в процессе горения аэровзвеси топлива;

– загрязнение атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод применяемыми для воздействия реагентами, сопутствующими веществами, а также продуктами их взаимодействия с окружающей средой.

4.2.4 Факторами ВФВ при активном воздействии на конвективные облака с целью предотвращения гроз являются:

– загрязнение атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод йодистым серебром и продуктами сгорания топлива двигателей ракет при ракетном воздействии на грозоопасные облака с целью ослабления или прекращения осадков;

– загрязнение атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод грубодисперсными порошками, используемыми для динамического подавления развития грозоопасных облаков;

– электромагнитное излучение метеорологических радиолокаторов и средств радиосвязи, применяемых для обнаружения грозоопасных облаков и управления активными воздействиями;

– загрязнение почвы обломками корпусов отработавших ракет;

– непреднамеренное изменение режима осадков.

4.2.5 Основными факторами ВФВ при проведении работ по предупредительному спуску снежных лавин являются:

– загрязнение атмосферного воздуха и снега продуктами сгорания заряда тротила используемых для воздействий снарядов;

– загрязнение почвы осколками отработанных снарядов;

– разрушающее действие взрывной волны на близлежащие объекты;

– акустическое воздействие на жителей близлежащих населенных пунктов и фауну, приводящее к возможности миграции диких животных из районов частого проведения АВ.

4.2.6 Определенные локальные проявления ВФВ принципиально возможны и при проведении такой обязательной процедуры, предшествующей полевым работам по активному воздействию, как лабораторный контроль эффективности реагентов для засева облаков и туманов. При этом возможно загрязнение атмосферного воздуха и почвы продуктами сгорания пиротехнических составов, используемых для кристаллизующего засева переохлажденных облаков или для гигроскопического засева.

4.2.7 Вредные вещества, вызывающие загрязнение природной среды в соответствии с ГОСТ 12.1.007 - 76 подразделяются на 4 класса опасности:

1-й - вещества чрезвычайно опасные;

2-й - вещества высоко опасные;

3-й - вещества умеренно опасные;

4-й - вещества мало опасные.

4.3 Общая оценка факторов ВФВ при проведении активных воздействий

4.3.1 Оценка факторов ВФВ при проведении ПГЗ

4.3.1.1 В качестве вредных веществ, вызывающих загрязнение окружающей среды при использовании противоградовых ракет, следует указать вещества 2-го класса опасности йодистое серебро AgI, йод и йодистую кислоту. При этом основным загрязнителем следует считать йодистое серебро, предельный выброс которого не должен превышать ПДК, равных согласно [1]:

в воздухе атмосферы, мг/м^3.....0,5;

в воде водоемов, мг/л 0,05;

в почве, мг/кг ..... 2820.

Загрязнением окружающей среды выбросами других веществ, выделяемыми при использовании противоградовых ракет, можно пренебречь из-за их малости.

4.3.1.2 Экспериментальные и теоретические исследования показали согласно [2, 3, 4], что максимальная концентрация AgI - наиболее опасного из вносимых в окружающую среду веществ в районах многолетнего проведения ПГЗ составляет:

в воздухе атмосферы, мкг/м^3.....от 0,04 до 0,06;

в воде открытых водоемов, мг/л, менее .....0,000013 (по стандарту Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) значение этого показателя не должно превышать 0,05 мг/л);

в почве, мг/кг, менее.....$3{,}3 \cdot 10^{-5}$.

4.3.1.3 При проведении ПГЗ загрязнение почвы элементами корпусов отработавших противоградовых ракет “Алазань”, “Кристалл» и “Алан-2” на площади защищаемой территории обычно составляет за год от 12 до 70 г/га и практически не представляет экологической опасности.

4.3.1.4 Во избежание акустического воздействия на жителей близлежащих населенных пунктов ракетные пункты воздействия ПГЗ размещаются не ближе 500 м от жилых объектов, что обеспечивает уровень шума в них при старте ракет не более 55 dB, разрешаемый существующими стандартами ВОЗ [5] .

4.3.1.5 Оценка и регулирование уровней вредного воздействия СВЧ электромагнитного излучения метеорологических радиолокаторов, применяемых для обнаружения градоопасных облаков и для управления работами по АВ, осуществляется в соответствии с методическими указа- ниями [6].

4.3.1.6 Анализ непреднамеренного влияния ПГЗ на режим осадков, выпадающих на защищаемой и прилегающей территориях, показал, что в соответствии с [7]:

а) на защищаемой территории (ЗТ) количество осадков сокращается на 10 - 15 % за счет уменьшения в 1,5 – 2 раза продолжительности и интенсивности ливневых и градовых осадков, но этот эффект частично компенсируется некоторым увеличением умеренных и слабых осадков;

б) на подветренной территории (на которую переносится остающаяся в атмосфере часть реагента, внесенного в градовые облака) количество осадков увеличивается на величину от 10 до 30 % сезонной нормы.

Этот непреднамеренный побочный эффект ПГЗ оказывает положительное влияние на окружающую среду, так как способствует уменьшению эрозии почвы ливневыми осадками на ЗТ и увеличению количества осадков на подветренной территории, которая в регионе Северного Кавказа, где осуществляется защита, имеет засушливый климат.

4.3.1.7 В связи с изложенным, комплексная методика оценки уровней ВФВ на окружающую среду при проведении ПГЗ должна в действительности предусматривать оценку:

- загрязнения атмосферного воздуха, почвы и воды в открытых водоемах йодистым серебром AgI и продуктами сгорания топлива двигателей ракет;
- непреднамеренного изменения режима осадков на защищаемой и прилегающей территориях.

4.3.2 Факторы ВФВ при искусственном регулировании осадков

4.3.2.1 В настоящее время в качестве реагентов для воздействия на облака с целью увеличения или уменьшения количества и интенсивности выпадающих из них осадков используются йодистое серебро (в виде компонента в пиротехнических составах), твердая двуокись углерода ("сухой лед"), жидкий азот и грубодисперсные порошки (чаще всего цемент) согласно РД 52.11.637, РД 52.11.646.

Значительно реже используется (в основном для работ по предот-вращению и тушению лесных пожаров искусственно вызываемыми осадками) пиротехнический состав из мочевины (от 2 до 9 % по массе), нитрата щелочного металла (от 40 до 60 %) и порошка магния или его сплавов (от 38 до 51 %) согласно РД 52.04.628. Реагент экологически безопасен при изготовлении и применении.

4.3.2.2 Верхняя оценка возможного неблагоприятного воздействия на ОС Сирийского проекта по увеличению осадков, являющегося наиболее масштабным из всех известных к настоящему времени проектов в соответствии с [8], показывает, что при максимальном сезонном расходе пиропатронов с йодистым серебром, на площади работ в слое атмосферы от 2 до 5 км за 4 месяца засева облаков рассеивалось не более 400 кг всех продуктов сгорания пиротехнического состава, из которых йодистого серебра было не более 8 кг.

В этом случае суммарная за весь 4-месячный период средняя плотность примеси в атмосфере не превышала 4 г/км^2 для всего комплекса продуктов сгорания и 0,08 г/км^2 для йодистого серебра. Объемная концентрация примесей составляла при этом не более 0,0014 мкг/м^3 и 0,000027 мкг/м^3, соответственно.

4.3.2.3 Оценка возможного увеличения концентрации углекислого газа при воздействии на облака "сухим льдом" (из расчета ежедневного максимального его расхода порядка 40 кг/км^3) дает прирост концентрации углекислого газа на 0,63 млн$^{-1}$, что значительно меньше возможной изменчивости концентрации за счет как естественных (24 млн$^{-1}$ в северном полушарии в теплый период года), так и антропогенных (0,7 млн$^{-1}$ в глобальном масштабе только в результате сжигания твердого топлива) факторов согласно [9].

4.3.2.4 Что касается использования для засева облаков жидкого азота, такой засев производится с расходами порядка нескольких сотен граммов на кубический километр. Получающаяся в результате этого добавка к атмосферному воздуху газообразного азота в указанных объемах ни в коей мере не может повлиять на

процентный состав воздуха, на 78 % состоящего из азота.

4.3.2.5 Столь же несущественным является вредное воздействие на окружающую среду при засеве облаков грубодисперсными порошками (цементом) с целью динамического подавления их развития (для предотвращения или уменьшения количества осадков). Засев облаков производится при этом на высоте более 6000 м, так что за время своего падения до земли (несколько десятков минут) облако порошка разносится ветром и атмосферной турбулентностью в разные стороны на большие расстояния. В результате каждая единичная порция (25 – 30 кг), сброшенного с самолета цемента, выпадает на площади в несколько десятков квадратных километров. Это означает, что на каждый гектар этой площади выпадает не более 10 г порошка, являющегося в своей основе кремнеземом и по своей природе родственного элементам почвы.

4.3.2.6 Наблюдения за концентрацией серебра в осадках, выпадавших из засеянных йодистым серебром облаков и незасеянных облаков, показали, что в засеянных облаках концентрация была несколько выше, оставаясь при этом намного ниже уровня опасного загрязнения ОС согласно [10].

Средняя концентрация серебра в дождевой воде, собранной после воздействия на конвективные облака во Флориде, была на несколько порядков ниже установленного допустимого предела согласно [11]. При этом проведенный анализ показал отсутствие статистически значимого различия средней и средневзвешенной концентрации серебра в пробах дождя из засеянных и незасеянных облаков.

4.3.2.7 По данным проводившихся измерений согласно [2] содержание йода в дождевой воде также оказалось очень незначительным и составляет всего около $8 \cdot 10^{-8}$ %, тогда как естественная концентрация йода в речной и в морской воде составила соответственно $2 \cdot 10^{-7}$ % и $5 \cdot 10^{-6}$ %. При этом засевы облаков йодистым серебром практически не приводят к сколько-нибудь заметному изменению этого соотношения.

4.3.2.8 При тушении лесных пожаров искусственно вызванными осадками в результате воздействия реагентом, указанным в 4.3.2.1, образуются ионы магния, калия и азотистые соединения, которые оказывают на почву скорее положительное влияние, так как их соединения широко используются в сельском хозяйстве в качестве удобрений согласно РД 52.04.628.

При этом количество пиропатронов, обычно используемых в регионах Российской Федерации с пожароопасными лесными территориями, не превышает 100 шт. за сезон. При использовании пиропатронов на высотах 4000 м и выше рассеивание искусственного аэрозоля происходит в объемах нескольких десятков кубических километров, что не приводит к изменению фоновых значений загрязнения окружающей среды.

4.3.2.9 Оценка и регулирование уровней вредного воздействия СВЧ электромагнитного излучения метеорологических радиолокаторов, применяе-мых для анализа полей облачности и осадков и для управления работами по активному воздействию, осуществляется в соответствии с [6].

4.3.2.10 Многолетний опыт активных воздействий на облака с целью искусственного регулирования выпадающих из них осадков показывает, что при засеве облаков кристаллизующими реагентами с целью увеличения осадков эффект возрастания интенсивности осадков длится в среднем примерно на протяжении 2-часового ветрового переноса осадкообразующей облачной системы, после чего интенсивность процессов осадкообразования возвращается на исходный уровень. Исходя из этого, достаточно легко определяется необходимая схема засева облаков, при которой эффекты засева проявляются в основном на заданной площади.

Динамическое подавление развития конвективных облаков с целью улучшения погоды приводит к уменьшению количества осадков на ЗТ, не оказывая практически никакого влияния на процессы осадкообразования с подветренной стороны от нее.

В ходе активных воздействий по улучшению погодных условий применяются также методы перераспределения осадков, когда уменьшение их количества на ЗТ достигается ценой соответствующего увеличения осадков с наветренной стороны от ЗТ (при использовании метода преждевременного вызывания осадков) или с подветренной стороны от ЗТ (при использовании перезасева осадкообразующей облачности). Естественно, что в данном случае соответствующие изменения осадков вне ЗТ нельзя считать непреднамеренными.

4.3.3 Факторы ВФВ при искусственном рассеянии тумана и борьбе с заморозками

4.3.3.1 При работе технических средств активного воздействия на метеорологические процессы практически всегда имеет место выброс тепла в атмосферу, но наиболее существенным он является при создании (ИОТ) согласно [12]. Эти источники образуются при сгорании облака аэровзвеси частиц топлива, в результате которого возникает облако продуктов сгорания (интенсивная тепловая неоднородность), которое быстро всплывает вверх. Максимальный уровень температуры ИОТ определяется концентрацией и свойствами используемых компонентов топлива, энергетические характеристики которых приведены в таблице 1.

В результате расчетов и прямых измерений согласно [13] установлено, что вследствие вовлечения окружающего воздуха средняя температура облака ИОТ при его подъеме резко падает и уже через 10 м средний перегрев воздуха в облаке

составляет менее 10 °С.

Т а б л и ц а 1 - Энергетические характеристики топливных веществ для создания ИОТ

Топливное вещество, смесь	Удельная теплота сгорания горючего **q**, кал/г	Время горения аэровзвеси $t_г$, с	**$T_э$**, К
1 Алюминий	7413	~ 0,1	2730
2 60 %Al+40 %NaCl	То же	То же	2450
3 Магний	5984	-"-	2450
4 60 %Mg+40 %NaCl	То же	-"-	2280
5 Витан-2М	-	~ 0,2	1400-1500
6 60 %Витан-2М+ 40 %NaCl	-	То же	1300

4.3.3.2 В окрестности ИОТ во время горения аэровзвеси топлива (0,1–0,2 с) создается высокий уровень электромагнитного излучения оптического диапазона, максимум которого находится в ближней инфракрасной области спектра, смещаясь к концу горения в область длин волн 0,8 – 1,0 мкм.

4.3.3.3 Загрязнение воздуха, почвы и поверхностных вод обусловлено применяемыми для воздействий реагентами, сопутствующими веществами, а также продуктами их взаимодействия с окружающей средой. Перечень загрязняющих веществ определяется применяемой технологией активных воздействий и в общем случае может включать согласно [12]:

а) реагенты для воздействия на переохлажденные туманы испарения:

- ацетилацетонат меди $Cu(C_5H_7O_2)_2$;
- флороглюцин $C_6H_3(OH)_3$;
- йодистое серебро AgI;

б) реагенты для борьбы с заморозками:

- хлористый натрий NaCl;
- хлористый магний $MgCl_2$;
- хлористый кальций $CaCl_2$;
- красный фосфор;
- карбамид (мочевина) NH_2CONH_2;

в) сопутствующие вещества:

- продукты сгорания пиротехнических составов (плоские пиротехнические элементы, пиропатроны);
- продукты сгорания порошкообразных топлив в ИОТ.

4.3.3.4 При создании высокотемпературных ИОТ в качестве топлив применяются порошки легких металлов Al и Mg, в результате сгорания которых происходит загрязнение атмосферы частицами окислов этих металлов, например Al_2O_3. В незначительном количестве могут присутствовать также несгоревшие частицы Al и Mg.

4.3.3.5 При использовании для создания ИОТ порошков полимеров, в частности порошка "Витан-2М" (сополимера метилметакрилата и метакриловой кислоты) в атмосферу поступают продукты сгорания полимеров, в основном, газообразные.

4.3.4 Факторы ВФВ при борьбе с грозами

4.3.4.1 Технологии искусственного подавления грозовой активности конвективных облаков базируются, главным образом, на использовании двух методов активного воздействия.

Первый метод заключается в динамическом подавлении развития и разрушении мощных кучево-дождевых облаков искусственно инициируемыми нисходящими воздушными потоками.

Второй метод состоит в ослаблении электрической активности грозовых облаков путем воздействия на механизмы осадкообразования в этих облаках.

4.3.4.2 Динамическое разрушение кучево-дождевых облаков осуществляется путем сброса в их растущие вершины с самолета относительно незначительных порций (25 – 30 кг) грубодисперсного порошка (цемента), который, опускаясь внутри облака и увлекая за собой воздух, создает в облаке нисходящий воздушный поток. Этот поток, поддерживаемый и усиливающийся в связи с динамической неустойчивостью атмосферы внутри облака, компенсирует восходящее воздушное движение, обусловливавшее рост облака. В результате рост облака прекращается и происходит его разрушение.

Вредное воздействие этого вида активного воздействия на окружающую среду сводится к загрязнению атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод используемым для засева облаков порошком. Однако, как это уже указывалось в 4.3.2.5, незначительное количество используемого для активного воздействия цемента и его близость к природным материалам делают рассматриваемое воздействие несущественным.

4.3.4.3 Второй метод подавления грозовой активности мощных кучево-дождевых облаков заключается в интенсивном засеве слоя облака, содержащего переохлажденную фазу (между изотермами минус 6 и минус 20 °С), большим количеством искусственных льдообразующих ядер (с концентрацией порядка 10^5 – 10^6 $м^{-3}$). При этом, как правило, происходит ослабление и прекращение выпадения осадков из облака, а согласно существующей физической зависимости между

процессами осадкообразования и электризации в мощных конвективных облаках и ослабление или прекращение его молниевой активности.

Такие воздействия обычно производятся с использованием противоградовых ракет и, следовательно, им присущи все факторы вредных воздействий на окружающую среду, обусловленные применением таких ракет:

- загрязнение атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод йодистым серебром и продуктами сгорания топлива двигателей ракет;
- загрязнение почвы обломками корпусов отработавших ракет;
- электромагнитное излучение метеорологических радиолокаторов, применяемых для обнаружения грозоопасных облаков и управления активным воздействием.

4.3.4.4 Интенсивность активного воздействия по подавлению грозовой активности облаков значительно уступает масштабам работ по противоградовой защите. Поэтому естественно, что уровни вредных воздействий при подавлении гроз также несопоставимы с соответствующими уровнями ВФВ при ПГЗ, как по загрязнению почвы элементами корпусов отработавших ракет, так и по загрязнению окружающей среды реагентами и продуктами сгорания ракетного топлива.

4.3.4.5 Так же как и в рассматривавшихся выше случаях, оценка и регулирование уровней вредного воздействия СВЧ электромагнитного излучения метеорологических радиолокаторов, применяемых для обнаружения грозовых и грозоопасных облаков и для управления работами по активному воздействию на них, осуществляется в соответствии с методическими указаниями [6].

4.3.4.6 Во избежание акустического воздействия на жителей близлежащих населенных пунктов ракетные пункты активного воздействия на грозовые облака должны размещаться от жилых объектов на расстоянии не менее 500 м, чтобы обеспечить уровень шума в них при старте ракет не более 55 dB, разрешаемый существующими стандартами ВОЗ согласно [5].

4.3.5 Факторы ВФВ при проведении предупредительного спуска лавин

4.3.5.1 Комплексная методика оценки уровней ВФВ при проведении активных воздействий с целью предупредительного спуска лавин должна предусматривать оценку следующих факторов:

а) разрушение горных склонов при взрыве снарядов, мин и зарядов взрывчатых веществ (ВВ);

б) загрязнение воздуха и снега продуктами сгорания тротила, применяемого в качестве ВВ при активных воздействиях на лавины (окись углерода);

в) акустическое воздействие на жителей близлежащих населенных пунктов и фауну, приводящее к миграции диких животных из районов частого обстрела;

г) действие взрывной волны на близлежащие объекты.

4.3.5.2 Исследования воздействия этих факторов, проведенные на Северном Кавказе, показали, что противолавинные работы не вызывают обнаружимых ВФВ на другие склоновые процессы. Так, обстрел склонов производится, как правило, при высоте снежного покрова более 1 м, а глубина проникновения заряда в толщу снега составляет приблизительно 0,8-1 м. Поэтому разрушающего действия на склоны обстрелы не оказывают.

4.3.5.3 Уровень акустического воздействия противолавинных работ сопоставим с уровнем естественных акустических воздействий, производимых снежными и каменными обвалами, грозами, и поэтому на животных особого действия активные воздействия не оказывают. Вследствие редкой повторяемости активных воздействий вредного акустического воздействия на жителей и рекреантов они также не оказывают.

4.3.5.4 Поражение промышленных, жилых и рекреационных объектов осколками снарядов полностью исключено при строгом соблюдении действующих в Росгидромете правил безопасности при проведении активных воздействий.

Для минимизации акустического воздействия на жителей, воздействия взрывной волны на объекты и возможности поражения объектов осколками фугасных снарядов артиллерийские и минометные позиции для активных воздействий располагают не ближе 1000 м от населенных пунктов, альплагерей и турбаз.

4.3.5.5 Согласно расчетам загрязнение грунта осколками отработавших противолавинных снарядов не превышает за год 0,3 кг/га площади защищаемой территории, что является экологически безопасным.

4.3.5.6 В качестве специфического вещества, загрязняющего природную среду при воздействиях противолавинными снарядами, минами и зарядами ВВ, следует рассматривать вещество 4-го класса опасности оксид углерода (код вещества 337), предельный выброс которого не должен превышать ПДК, равного в воздухе атмосферы 5000 мг/м^3 согласно [14].

4.3.6 Факторы ВФВ при лабораторном контроле эффективности реагентов

4.3.6.1 Основными реагентами, исследования и испытания которых проводятся в лабораторных условиях, являются пиротехнические составы, содержащие от 2 до 15 % йодистого серебра. Компонентами пиротехнических составов, помимо йодистого серебра являются перхлорат аммония NH_4ClO_4 (до 55 % в составе), йодистый калий KI и/или йодистый аммоний NH_4I (до 15 %),

органическое горючее – смола (до ~20 %), дициандиамид $C_2H_4N_4$ (до 10 %) и незначительные добавки (0,5-2 %) связующих веществ типа графита или индустриального масла. Все компоненты пиросоставов являются не токсическими веществами.

4.3.6.2 Пиротехнические составы, поступающие на лабораторные испытания, представляют собой спрессованные под большим давлением таблетки или шашки весом от 0,1 до 400 г, которые при операциях по подготовке испытаний (разрезании на более мелкие части, развешивании и т.д.) не пылят и не требуют специальных мер предосторожности при работе с ними.

4.3.6.3 В процессе испытаний образцы пиротехнических составов сжигаются, и объектом испытаний являются получаемые дымы (аэрозоли). Сжигание пиросоставов производится в герметично закрытых аэрозольных резервуарах или аэродинамических трубах, из которых производится отбор проб объемом до 200 $см^3$ в облачные камеры.

После отбора проб аэрозольные резервуары очищаются прокачкой их содержимого через абсолютные фильтры.

4.3.6.4 Основными продуктами сгорания пиросоставов являются йодистое и металлическое серебро, йодистый калий, хлористый водород, окислы углерода, аммиак и водяной пар. Концентрация продуктов сгорания пиросоставов в аэрозольной камере или аэродинамической трубе стандартно не превышает 0,1 $г/м^3$.

4.3.6.5 Соприкосновение операторов с продуктами сгорания пиросоставов происходит после введения проб этих продуктов в облачные камеры. Дополнительное разбавление первоначальной концентрации продуктов при введении пробы в облачную камеру составляет от 10^3 до $5 \cdot 10^3$ раз. Таким образом, концентрация продуктов сгорания пиросоставов при контакте с оператором не превышает 10^{-4} $г/м^3$.

Массовая доля каждого компонента в продуктах сгорания пиросостава не превышает 10-15 %. Это означает, что концентрация каждого вещества в облачной камере не превышает 10^{-5} $г/м^3$ или 0,01 $мг/м^3$.

4.3.6.6 Предельно допустимые концентрации продуктов сгорания пиросоставов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Вещество	ПДК в рабочей зоне, мг/м^3
Ag	1
AgI	0,5
CO_2	Не предусмотрена
KI	Не предусмотрена
HCl	5,0
NH_3	20,0
I_2	1,0
Cl_2	1,0

Как видно из приведенной таблицы 2, концентрации продуктов сгорания пиросоставов, с которыми приходится работать при лабораторном контроле эффективности реагентов, значительно ниже ПДК, предусмотренных для рабочей зоны на промышленных предприятиях.

5 Методики оценки уровней ВФВ при проведении активных воздействий

5.1 Расчетные методики

5.1.1 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при проведении ПГЗ

5.1.1.1 Оценку уровней ВФВ при проведении противоградовых работ осуществляют в изложенной ниже последовательности.

Методом спектрального анализа определить содержание загрязняющих веществ в продуктах сгорания пиротехнических составов и топлива двигателей противоградовых ракет в соответствии с приложением А.

5.1.1.2 Определить максимальный за 1 день проведения активных воздействий на градовые процессы и среднемноголетний расход ракет для защиты 100 тысяч га в рассматриваемом регионе.

5.1.1.3 Рассчитать максимальные концентрации загрязняющих веществ, вносимых в окружающую среду, согласно 5.1.1.4 – 5.1.1.7.

5.1.1.4 Максимальную объемную концентрацию j-го загрязняющего вещества K_{Aj} , вносимого в атмосферу в день проведения ПГЗ, рассчитать по формуле

$$K_{Aj} = 10^6 \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\ \max} \cdot m_{ij}}{S \cdot H} = 10^3 \frac{\sum_{t=1}^{n} M_{ij}}{S}, \qquad (1)$$

где $K_{A\ j}$ - максимальная объемная концентрация *j*-го загрязняющего вещества, создаваемая в атмосфере при засеве градовых и градоопасных облаков, мкг/м^3;

$N_{i\ max}$ - максимальный расход ракет *i*-го типа (i =1, 2,..n) за 1 день активных воздействий;

$m_{i\,j}$ - масса j-го загрязняющего вещества, выделяемого одной ракетой i-го типа, г;

S - площадь, над которой осуществляется выброс веществ в атмосферу, включая территории защиты и предварительной защиты, м^2;

H - толщина слоя атмосферы, в котором производится распыление загрязняющих веществ, принятая равной 1000 м;

M_{ij} - общая масса j–го газообразного вещества, выделяемого при максимальном расходе ракет i-го типа за 1 день активных воздействий, г.

5.1.1.5 Максимальную концентрацию *j*-го вредного вещества $K_{B\ j}$, мг/л, которое может накопиться на территории активных воздействий в воде за один сезон ПГЗ, рассчитать в предположении полного и равномерного осаждения загрязнений на поверхность воды открытых водоемов по формуле

$$K_{Bj} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{ij}}{S \cdot h_B} = \frac{M_j}{S}, \qquad (2)$$

где $N_{i,\Sigma}$ – максимальный расход ракет i-го типа за сезон ПГЗ;

h_B - глубина водоема, принятая равной 1 м;

M_j - общая масса j–го вредного вещества, выделяемого ракетами всех типов за сезон ПГЗ, г.

5.1.1.6 Максимальную концентрацию *j*-го вредного вещества $K_{Пj}$, мг/кг, которое может накопиться в почве за 1 сезон ПГЗ, рассчитать в предположении полного и равномерного выпадения загрязняющих веществ на поверхность почвы по формуле

$$K_{Пj} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{ij}}{\rho_П . S \cdot h_П} = 2{,}5 \cdot \frac{M_j}{S}, \qquad (3)$$

где $\rho_П$ - удельная плотность почвы, принятая равной 2 кг/ дм^3;

$h_П$ - глубина пахотного слоя земли, принятая равной 0,2 м.

5.1.1.7 Массу корпусов ракет K_o, кг/га, которая может накопиться в почве за 1 сезон ПГЗ на 1 га защищаемой и прилегающей территории, рассчитать по формуле

$$K_O = 10 \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{oi}}{S} = 10 \frac{M_{oi}}{S}, \qquad (4)$$

где M_{0i} - масса корпусов всех ракет, израсходованных на проведение активных воздействий за 1 сезон, г

5.1.1.8 Пример результатов оценки уровней ВФВ по описанной расчетной методике приведен в приложении Б. Результаты показывают, что российская ракетная технология противоградовой защиты при выполнении всех ее требований является экологически безопасной. Так, максимально возможные концентрации вредных веществ, которые могут образоваться в воздухе, открытых водоемах и почве даже при единовременном расходе годовой нормы ракет, оказываются в 10^2 – 10^6 раз ниже предельно допустимых концентраций этих веществ [1, 15, 16], составляющих для веществ 2-го класса опасности в воздухе от 0,1 до 1,0 мг/м^3, а для веществ 4-го класса опасности - 10 мг/м^3. Эти выбросы значительно ниже выбросов других антропогенных и природных источников загрязнения.

5.1.2 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при АВ по искусственному регулированию осадков

5.1.2.1 Расчетную оценку уровней ВФВ при проведении активных воздействий по увеличению или уменьшению количества осадков и улучшению погодных условий в мегаполисах осуществляют в соответствии с приведенной ниже последовательностью процедур.

Методом спектрального анализа определить содержание $m_{i,j}$ j-ых загрязняющих веществ в продуктах сгорания пиротехнических составов в технических средствах воздействия на облака (пиропатроны, аэрозольные генераторы) i-того типа (i = 1, 2,…n), используемых при искусственном регулировании осадков.

5.1.2.2 Определить максимальный расход пиротехнических и иных средств воздействия на облака при проведении активных воздействий с целью искусственного регулирования осадков на заданной площади:

1) $N_{i,max}$ – максимальный расход пиропатронов или иных средств i -того типа за 1 день воздействий на заданной площади S, шт.;

2) $Q_{k\ max}$ - максимальный расход хладореагентов (твердая двуокись углерода, жидкий азот) и грубодисперсных порошков (цемент) k-того типа (k = 1, 2, 3) за 1 день активных воздействий на заданной площади, кг;

3) $N_{i\Sigma}$ - максимальное возможное количество пиропатронов или иных технических средств i-того типа, которое может быть израсходовано на проведение активных воздействий за 1 год (сезон);

4) $Q_{k\Sigma}$ – максимальный возможный расход хладореагентов (твердая двуокись углерода, жидкий азот) и грубодисперсных порошков (цемент) k-того

типа (k = 1,2,3) за 1 год (сезон) проведения активных воздействий по искусственному регулированию осадков, кг.

5.1.2.3 Рассчитать максимальные концентрации загрязняющих вредных веществ, вносимых в окружающую среду при проведении активных воздействий с целью искусственного регулирования осадков (в том числе для тушения лесных пожаров и для улучшения погодных условий в мегаполисах) согласно 5.1.2.4 – 5.1.2.7.

5.1.2.4 Максимальную объемную концентрацию загрязняющего вещества j - того типа $K_{A\,J}$, мкг/м^3, вносимого в атмосферу при проведении активных воздействий на облака с помощью пиротехнических средств в течение 1 дня на площади S, м^2, следует рассчитать по формуле

$$K_{Aj} = 10^6 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\max} \cdot m_{ij}}{S \cdot H} \qquad (5)$$

где H - толщина слоя атмосферы, в котором происходит распыление загрязняющих веществ, принятая равной 1000 м.

5.1.2.5 Максимальную объемную концентрацию k-го загрязняющего вещества K_{Ak}, мг/м^3, вносимого в атмосферу при проведении активных воздействий на облака в течение 1 дня с помощью реагента k –го типа (хладореагенты или грубодисперсные порошки), можно рассчитать по формуле

$$\mathrm{K}_{Ak} = 10^6 \cdot \frac{Q_{k\max}}{S \cdot H} \qquad (6)$$

5.1.2.6 Максимальную концентрацию загрязняющих веществ K_{Bj}, мг/л, j-го типа и $\mathrm{K_{Bk}}$, мг/л, k-го типа, которые могут накопиться в водах открытых водоемов на территории проведения активных воздействий с целью искусственного регулирования осадков за 1 год (сезон), следует рассчитать в предположении их полного и равномерного осаждения на поверхность территории активных воздействий, включая поверхность открытых водоемов, по формулам

$$K_{BJ} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{ij}}{S \cdot h_B} \qquad (7)$$

$$K_{Bk} = 10^{-3} \frac{Q_{k\Sigma}}{S \cdot h_B} \qquad (8)$$

где $h_В$ – глубина водоемов, принятая равной 1 м.

5.1.2.7 Максимальную концентрацию j-го вредного загрязняющего вещества $K_{Пj}$, мг/кг, которое может накопиться в почве на площади проведения работ по искусственному регулированию осадков за 1 сезон, можно рассчитать в предположении полного и равномерного выпадения загрязняющих веществ на поверхность почвы по формуле

$$K_{Пj} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{ij}}{\rho_П . S \cdot h_П} = 2{,}5 \cdot \frac{M_j}{S}, \qquad (9)$$

где $\rho_П$ - удельная плотность почвы, принятая равной 2 кг/ дм^3;

$h_П$ - глубина пахотного слоя земли (принята равной 0,2 м).

5.1.2.8 Пример расчета загрязнения окружающей среды вредными веществами при проведении активных воздействий с целью искусственного регулирования осадков и его результаты приведены в приложении В. Расчет выполнен для условий проекта по искусственному увеличению осадков на территории Сирии (1991-1997 гг.) [8], где воздействия осуществлялись пиропатронами ПВ-26, в которых выстреливаемая 40-граммовая пиротехническая шашка содержала 2 % йодистого серебра. Площадь работ при расчете принята равной 100 000 км^2, что несколько меньше реальной площади. На основе реального опыта многолетнего крупномасштабного проекта по увеличению осадков максимальное количество пиропатронов, расходуемых за 1 день активных воздействий, принято равным 1000 шт., максимальное годовое количество расходуемых пиропатронов принято равным 10 000 шт. (за 1 сезон). Из примера видно, что максимально возможные концентрации вредных веществ, которые могут возникнуть в воздухе при единовременном расходе максимального суточного количества реагентов, в $10^6 – 10^{10}$ раз ниже ПДК этих веществ согласно [14].

Еще более низкими по сравнению с ПДК являются результаты оценки концентраций выделяемых реагентами вредных веществ в открытых водоемах и в пахотном слое почвы на территории активных воздействий при единовременном расходе максимального годового количества пиропатронов.

5.1.3 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при АВ по рассеянию переохлажденных туманов и борьбе с заморозками

5.1.3.1 Расчетную оценку уровней вредных физических воздействий на окружающую среду при проведении активных воздействий по искусственному

рассеянию переохлажденных туманов и ослаблению заморозков осуществляют в изложенной ниже последовательности выполнения процедур.

Выброс тепла в атмосферу при создании одиночного ИОТ в приземном слое атмосферы определяют с учетом полноты сгорания топлива по формуле

$$W_{ИОТ} = qk_cM_T, \qquad (10)$$

где $W_{ИОТ}$ - количество тепла, поступившее в атмосферу в результате горения аэровзвеси порошкообразного топлива, Дж;

q – теплотворная способность топлива, Дж/г;

k_c–коэффициент полноты сгорания аэровзвеси частиц топлива, оцениваемый экспериментально (для частиц Al величина $k_c \approx 0{,}85\ldots0{,}9$);

M_T - масса порошкообразного топлива (Al, Mg, порошки полимеров), сжигаемого в аэровзвеси за 1 пуск, г.

Для системы воздействий, состоящей из сети разнесенных средств генерации ядер кристаллизации, суммарный выброс тепла в атмосферу, Дж, за время воздействия t, определяют по формуле

$$W_\Sigma = rqk_cM_Tft, \qquad (11)$$

где r - количество генераторов на основе ИОТ в сети, шт.;

f - частота пусков генератора, мин$^{-1}$;

t - время воздействия, мин.

5.1.3.2 При создании ИОТ в атмосфере локально наблюдается максимальный уровень температуры, равный

$$T_{\max} = T_э, \qquad (12)$$

где $T_э$, К - эффективная температура зоны смешения продуктов сгорания в ИОТ согласно таблице 1.

В результате расчетов и прямых измерений температуры облака установлено, что вследствие вовлечения окружающего воздуха средняя температура облака при его подъеме резко падает. Так на высоте z, равной 10 м от уровня создания ИОТ, средний перегрев воздуха в облаке составляет менее 10°С.

5.1.3.3 В окрестности ИОТ в течение времени горения аэровзвеси топлива (0,1 - 0,2 с) создается высокий уровень электромагнитного излучения. Максимальный уровень излучения приближенно оценивается с помощью известного соотношения для интегральной плотности излучения R, Вт/м^2, серого

тела с температурой, равной эффективной температуре зоны смешения продуктов сгорания $T_э$. Его определяют по формуле

$$R = \varepsilon\sigma T_э^4, \qquad (13)$$

где ε - коэффициент излучения объекта (фронта пламени);

σ - коэффициент теплопередачи (равный $5{,}67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м^2·К).

Согласно [12] значение ε по результатам исследований можно принять равным 0,5 для ИОТ на основе металлов и равным от 0,1 до 0,3 для ИОТ на основе полимеров.

Плотность излучения поднимающегося облака продуктов сгорания определяется соотношением (13) при замене $T_э$ на резко снижающееся с высотой значение T(z) и при значении ε, равном 1 и обусловленном значительной оптической плотностью облака продуктов сгорания топлива.

5.1.3.4 Значения итоговых выбросов загрязняющих окружающую среду веществ при проведении активных воздействий с целью рассеяния переохлажденных туманов и борьбы с заморозками определяются пространственными масштабами проводимых работ, требованиями, выдвигаемыми к результатам воздействий, и метеорологическими условиями в районе проведения работ. При этом для оценки уровня ВФВ конкретной системы воздействий должны быть известны типы используемых генераторов льдообразующего аэрозоля, их количество и схема размещения на местности, производительность единичного генератора, т.е. объем выброса рабочего вещества в единицу времени (приложения Г, Д и Е).

Предварительные оценки выбросов загрязняющих веществ могут быть сделаны также на основе определенных экспериментальным способом значений оптимальных концентраций реагентов в атмосфере, обеспечивающих достижение заданных параметров зон воздействия.

5.1.3.5 Расход кристаллизующего реагента $G_р$, г, для создания и поддержания в течение времени t мин зоны просветления в переохлажденном тумане ориентировочно можно оценить по формуле

$$G_p = 60\frac{LHVNt}{N^{p}_{вых}}, \qquad (14)$$

где L - характерный размер защищаемой зоны (например, длина побережья залива), м;

H– мощность (высота) тумана, м;

V– скорость ветра, м/с;

N– оптимальная концентрация вводимых в туман ядер кристаллизации, ядер/м$^{-3}$;

$N^{p}_{вых}$ – выход активных ядер кристаллизации от 1 г реагента, ядер/г.

Максимальный выход активных ядер кристаллизации от 1 г реагента при температуре окружающей среды минус 10°С составляет для реагентов, ядер/г:

йодистое серебро..... (от 7 до 9)·10^{14};

ацетилацетонат меди ..... (от 0,9 до 1,1)·10^{12};

флороглюцин .... 10^{11} .

5.1.3.6 Например, при значениях параметров, характерных для туманов испарения, и выбранном в качестве льдообразующего реагента ацетилацетонате меди (L = 8·10^{3} м; H =15 м; V = 3 м/с; N = 10^{7} м$^{-3}$ - экспериментальная лабораторная оценка; $N^{p}_{вых}$ = 10^{12} ядер/ г) необходимый расход реагента за 1 мин составляет 216 г.

При необходимости создания зоны просветления в течение 3 ч суммарное количество реагента, введенного в атмосферу, составит 38,9 кг.

5.1.3.7 Расход реагента G_p, г, для создания и поддержания в течение t мин искусственного тумана при защите растений от заморозков можно оценить по формуле

$$G_p = 60 \cdot LHVc_p N_m t \ , \qquad (15)$$

где L– характерный размер защищаемой площади, м;

H– необходимая для защиты мощность (высота) искусственного тумана, м;

V - скорость ветра, м/с; c_p – удельная теплоемкость атмосферного воздуха, дж/кг.град; N_m - оптимальная массовая концентрация исходной смеси «гигроскопическое вещество + горючий состав» (например, Al + NaCl) , г·м$^{-3}$.

Величина N_m определяется экспериментально и составляет $N \approx 10^{-2}$ г·м$^{-3}$ для смеси Al + NaCl при влажности воздуха 90 – 95%.

5.1.3.8 Значения удельных выбросов реагентов и сопутствующих химических веществ в общем случае оцениваются, исходя из начальной массы и рецептуры используемого состава (пиротехнического, либо на основе порошков легких металлов или полимеров) с учетом соответствующих реакций с компонентами атмосферы.

5.1.3.9 При определенных любым из существующих способов содержаниях массы m_{ij} j-тых загрязняющих веществ в продуктах сгорания единичных экземпляров i-тых генераторов ИОТ, плоских пиротехнических элементов, пиропатронов и модулей «Кристалл», используемых при рассеянии туманов и воздействии на заморозки, и при полученных оценках максимальных расходов перечисленных средств активного воздействия макси-мальные концентрации

загрязняющих вредных веществ, вносимых в окружающую среду при проведении активных воздействий, следует определять следующим образом.

5.1.3.10 Максимальную объемную концентрацию загрязняющего вещест-ва j -го типа $K_{A\ j}$, мкг/м^3, вносимого в атмосферу при проведении активного воздействия на переохлажденный туман или заморозок с помощью перечисленных в 5.1.3.9 средств в течение 1 дня на площади S, м^2, следует рассчитать по формуле

$$K_{Aj} = 10^6 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\max} \cdot m_{ij}}{S \cdot H} \qquad (16)$$

где m_{ij} - количество j-го загрязняющего вещества, выделяющееся при сгорании единичного экземпляра технического средства i – го типа из числа перечисленных в 5.1.3.9, г;

$N_{i\max}$ - максимальное количество единиц технических средств i – го типа, которое может быть использовано за 1 день проведения активного воздействия на туман или заморозок в качестве единственного средства воздействия или в комплексе средств, обеспечивающих достижение поставленной цели (зарядов ИОТ, штук плоских пиротехнических элементов, пиропатронов каждого типа, модулей “Кристалл”);

H - высота слоя атмосферы, в котором происходит перемешивание загрязняющего вещества, для самых неблагоприятных метеорологических условий, м;

S - площадь, на которой происходит (или может происходить при определенных метеоусловиях) рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере, м^2.

5.1.3.11 Максимальную объемную концентрацию j-го загрязняющего вредного вещества $K_{B\,j}$, мг/л, которая может накопиться в воде открытых водоемов на территории проведения активных воздействий с целью искусственного рассеивания переохлажденных туманов или ослабления заморозков за 1 год (сезон воздействий), следует рассчитывать в предположении полного и равномерного осаждения выделяющихся при активных воздействиях загрязняющих веществ, осаждаемых на поверхность открытых водоемов, по формуле

$$K_{B\,J} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{ij}}{S \cdot h_B} \qquad (17)$$

где $N_{i\Sigma}$ - максимальное возможное количество единиц технического средства i – го типа, которое может быть использовано для проведения активных воздействий на заданной площади за сезон работ;

h_B – толщина слоя воды, в котором происходит перемешивание осажденного вредного вещества, м.

5.1.3.12 Максимальную концентрацию j-го вредного загрязняющего вещества $K_{П\,j}$, мг/кг, которое может накопиться в почве на площади проведения работ по искусственному рассеиванию туманов или ослаблению заморозков за 1 сезон, можно рассчитать в предположении полного и равномерного выпадения загрязняющих веществ на поверхность почвы по формуле

$$K_{П\,j} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{ij}}{\rho_{П.} S \cdot h_{П}} = 2{,}5 \cdot \frac{M_j}{S} \qquad (18)$$

где $h_{П}$ - глубина культивируемого слоя почвы, в котором происходит перемешивание загрязняющих веществ (принята равной 0,2 м);

$\rho_{П}$ - удельная плотность почвы, принятая равной 2 кг/ дм^3.

5.1.4 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при борьбе с грозами

5.1.4.1 Как указывается в 4.3.4, ВФВ при активных воздействиях по подавлению грозовой активности мощных конвективных облаков при использовании технологии динамического подавления развития облаков сводится к несущественному и кратковременному локальному загрязнению атмосферы порошком цемента, быстро выпадающего на подстилающую поверхность под действием гравитации и вымывания из атмосферы осадками. При этом объем цементного облака, быстро расширяющегося под действием ветра и атмосферной турбулентности, уже через несколько минут после сброса с самолета 25-30-килограммовой порции порошка, достигает нескольких кубических километров. Концентрация цемента в нем снижается до уровня порядка 10 мкг/м^3, а через несколько десятков минут облако полностью осаждается на землю. Очевидно, что с учетом природного происхождения материала цемента таким видом ВФВ можно пренебречь.

5.1.4.2 Второй метод подавления гроз состоит в интенсивном засеве грозоопасных облаков искусственными льдообразующими ядрами, который обычно осуществляется с применением противоградовых ракет. При этом как общие масштабы активных воздействий по подавлению гроз, так и интенсивность выполняемых в этих работах воздействий весьма существенно уступают

масштабам и интенсивности активных воздействий по противо-градовой защите. Однако общий подход к оценке уровней вредных физических воздействий должен оставаться в этом случае таким же, как и для ПГЗ.

5.1.4.3 При оценке уровней ВФВ при ракетном подавлении грозовой активности необходимо определить среднемноголетний и максимальный суточный расход ракет на проведение активных воздействий на заданной площади, после чего на основе доступной информации о содержании вредных загрязняющих веществ в продуктах сгорания реагента и топлива (см. приложение А) рассчитать максимальные концентрации загрязняющих веществ, согласно. 5.1.4.4 - 5.1.4.7.

5.1.4.4 Максимальную объемную концентрацию j-го загрязняющего вещества K_{Aj}, мкг/м^3, вносимого в атмосферу при подавлении грозовой активности, рассчитать по формуле

$$K_{Aj} = 10^6 \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\max} \cdot m_{ij}}{S \cdot H} = 10^6 \frac{\sum_{i=1}^{n} M_{ij}}{S \cdot H} \qquad (19)$$

где K_{Aj} - концентрация j-го загрязняющего вещества, создаваемая в атмосфере при засеве грозовых и грозоопасных облаков, мкг/м^3;

$N_{i\,max}$ - максимальный расход ракет i-го типа (i =1, 2,..n) за 1 день активных воздействий, шт.;

m_{ij} - масса j-го загрязняющего вещества, выделяемого 1 ракетой i-го типа, г;

$M_{i\,j}$ - общая масса j–го вредного вещества, выделяемого при максимальном расходе ракет i-го типа за 1 день воздействий, г;

S - заданная для защиты площадь, над которой осуществляется выброс веществ в атмосферу, м^2;

H- толщина слоя атмосферы, в котором производится распыление загрязняющих веществ, принимаемая обычно от уровня земли до высоты подъема ракеты, м.

5.1.4.5 Максимальную объемную концентрацию j-го вредного вещества $K_{B\,j}$, мг/л, которое может накопиться на территории активных воздействий в воде за 1 сезон воздействий по подавлению гроз, рассчитать в предположении полного и равномерного осаждения загрязнений на поверхность воды открытых водоемов по формуле

$$K_{\hat{A}j} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{ij}}{S \cdot h_B} = \frac{M_j}{S \cdot h_{\hat{A}}}, \qquad (20)$$

где $N\,i_{\Sigma}$ - максимальный расход ракет i-го типа за 1 сезон воздействий, шт.;

h_B - глубина водоема, м;

M_j - общая масса j–го вредного вещества, выделяемого ракетами всех типов за сезон, г.

5.1.4.6 Максимальную объемную концентрацию j-го вредного вещества $K_{П\,j}$, мг/кг, которое может накопиться за 1 сезон активного воздействий по грозозащите, рассчитать в предположении полного и равномерного выпадения загрязняющих веществ на поверхность почвы по формуле

$$K_{П\,j} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{i\,j}}{\rho_П \cdot S \cdot h_П} = 2{,}5 \cdot \frac{M_j}{S}, \qquad (21)$$

где $\rho_П$ - удельная плотность почвы, принятая равной 2 кг/ дм^3;

$h_П$ - глубина пахотного слоя земли (принята равной 0,2 м).

5.1.4.7 Массу элементов корпусов ракет, кг/га, которые могут накопиться в почве за 1 сезон активных воздействий на 1 га защищаемой от гроз территории, рассчитать по формуле

$$K_O = 10 \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{i\Sigma} \cdot m_{oi}}{S} = 10 \frac{M_{oi}}{S}, \qquad (22)$$

где M_{0i} - масса корпусов всех ракет, израсходованных за 1 сезон, г.

5.1.5 Расчетная методика оценки уровней ВФВ при проведении предупредительного спуска лавин

5.1.5.1 Методика расчета уровней ВФВ при проведении противолавинных работ определяет следующий порядок оценки.

Методом спектрального анализа определить содержание загрязняющих веществ в продуктах сгорания зарядов, применяемых при предупредительном спуске лавин.

5.1.5.2 Определить среднемноголетний и максимальный расход снарядов, мин и зарядов ВВ за день защиты 100 тысяч га в рассматриваемом регионе.

5.1.5.3 Рассчитать максимальные концентрации загрязняющих веществ, вносимых в окружающую среду в результате сгорания тротила согласно 5.1.5.4 – 5.1.5.6.

5.1.5.4 Максимальную объемную концентрацию газообразных веществ K_A, мг/м^3, вносимых в атмосферу, рассчитать по формуле

$$K_A = \frac{N_{\max} \cdot \sum m_i}{S \cdot H} = 10^6 \frac{M_i}{S \cdot H_i}, \qquad (23)$$

где N_{max} – максимальный расход зарядов тротила за 1 день активного воздействия, шт.;

m_i - масса i-го газообразного вещества, выделяемого одним зарядом тротила, кг;

S – площадь защищаемой территории, над которой осуществляется выброс веществ в атмосферу, м^2;

H - толщина слоя атмосферы, в котором производится распыление газообразных веществ при активном воздействии на снежные лавины (можно принять равной 1000 м);

M_i - общая масса i–го вредного газообразного вещества, выделяемого при максимальном расходе зарядов тротила за 1 день активного воздействия, кг.

5.1.5.5 Максимальную объемную концентрацию вредных веществ, мг/л, которые могут накопиться в снеге за 1 сезон, рассчитать в предположении их полного и равномерного осаждения на поверхность снега по формуле

$$K_B = \frac{N_\Sigma \sum m_i}{S \cdot h_C} = 10^3 \frac{M_{i\Sigma}}{S \cdot h_c}, \qquad (24)$$

где N_Σ – максимальный расход зарядов тротила за 1 сезон активного воздействия, шт.;

h_c - глубина снега (можно принять равной 1 м);

$M_{i\Sigma}$ - общая масса ***i***–го вредного вещества, выделяемого за 1 сезон активного воздействия, кг.

5.1.5.6 Среднюю массу осколков снарядов, кг/га, которые могут накопиться в грунте за 1 сезон активного воздействия на 1 га защищаемой территории, рассчитать по формуле

$$K_o = 10^4 \frac{N_\Sigma m_o}{S} = 10^4 \frac{M_o}{S}, \qquad (25)$$

где N_Σ - максимальный расход снарядов за 1 сезон воздействий, шт.;

m_o - значение массы осколков от 1снаряда, кг;

S - общая площадь защищаемой территории, м^2;

M_o - суммарная масса осколков снарядов за сезон защиты при их максимальном расходе.

5.2 Экспериментальные методики оценки ВФВ

5.2.1 Общие вопросы организации экспериментальной оценки ВФВ

5.2.1.1 Организация экспериментальной проверки уровней ВФВ предполагает выполнение следующих видов работ:

а) определение перечня ВФВ и вредных загрязняющих веществ, подлежащих контролю;

б) анализ физико-географических характеристик исследуемого района, включая метеорологические характеристики, в основном для сезона проведения работ по активным воздействиям;

в) разработка программы и методики экспериментальной проверки уровня конкретного ВФВ с указанием наименования измеряемой физической величины, размещения и количества наземных постов наблюдений, схемы и режимов воздушных измерений, перечня необходимой измерительной аппаратуры, оценки погрешности измерений.

5.2.1.2 Перечень ВФВ, уровни которых подлежат измерениям при экспериментальной оценке, включает:

а) при проведении противоградовой защиты:

- загрязнение атмосферного воздуха, почвы и вод открытых водоемов йодистым серебром и продуктами сгорания топлива двигателей противоградовых ракет;
- загрязнение почвы обломками корпусов отработавших ракет;
- электромагнитное излучение метеорологических радиолокаторов, применяемых при проведении ПГЗ.

б) при проведении активных воздействий по искусственному регулированию осадков:

- загрязнение атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод йодистым серебром и другими реагентами, используемыми в применяемых пиротехнических средствах для засева облаков;
- загрязнение атмосферного воздуха двуокисью углерода CO_2 при использовании для засева облаков в качестве хладоагента “сухого льда”;
- электромагнитное излучение метеорологических радиолокаторов, используемых при проведении работ.

в) при работах по активному воздействию на туманы и заморозки:

- максимальная температура ИОТ, создаваемых в атмосфере;
- максимальный уровень инфракрасного и светового излучения в окрестности ИОТ в процессе горения аэровзвеси топлива;
- кислотность искусственных туманов, которые могут приобретать свойства электролитов и оказывать неблагоприятное воздействие на окружающую среду;

- загрязнение атмосферного воздуха, почвы и вод применяемыми реагентами, сопутствующими веществами, а также продуктами их взаимодействия с окружающей средой.

г) при работах по подавлению гроз:

- загрязнение атмосферного воздуха, почвы и поверхностных вод йодистым серебром и продуктами сгорания топлива двигателей ракет, а также обломками корпусов ракет при ракетном воздействии на грозоопасные облака с целью ослабления или прекращения осадков;

- электромагнитное излучение метеорологических радиолокаторов, применяемых для управления активными воздействиями.

д) при проведении профилактического спуска лавин:

- загрязнение атмосферного воздуха и снега продуктами сгорания зарядов тротила используемых для воздействий снарядов;

- загрязнение почвы осколками отработанных снарядов;

- разрушающее действие взрывной волны на близлежащие объекты;

- акустическое воздействие на жителей близлежащих населенных пунктов и представителей фауны.

5.2.1.3 Перечень загрязняющих веществ (реагентов и сопутствующих продуктов, высвобождаемых при воздействиях) определяется применяемыми технологиями активного воздействия. Основные элементы этого перечня представлены в приложениях А, Б, В, Г, Д.

5.2.1.4 При измерении объемной концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе погрешность метода не должна превышать ±25 % во всем диапазоне измеряемых концентраций по ГОСТ 17.2.4.02. Указанная погрешность должна обеспечиваться при измерениях концентраций загрязняющих веществ в пределах величин от 0,8 до 10 ПДК.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности аспираторов с прямым или косвенным измерением объема не должны превышать ±5 % по ГОСТ Р 51945.

Погрешности измерений температуры и уровня излучения ИОТ, а также показателя кислотности pH тумана определяются техническими характеристиками используемых средств измерений. Дополнительные требования к точности измерений не предъявляются.

5.2.1.5 Для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха (концентрации примесей в воздухе) могут быть использованы неавтоматические химические методы анализа либо автоматические газоанализаторы. Более широкое распространение получили неавтоматические химические (аналитические) методы, т.к. они разработаны для большего количества веществ, хотя и являются менее оперативными и более трудоемкими.

Для наземного контроля уровня загрязнения атмосферного воздуха и измерения метеоэлементов может быть использована передвижная лаборатория "Атмосфера-II", применяемая на сети Росгидромета. Лаборатория имеет приборы и оборудование для отбора проб воздуха на газовые примеси, сажу и пыль, газоанализаторы, измерители давления, температуры, влажности воздуха, скорости и направления ветра. Для отбора проб используются электроаспираторы или воздухоотборники. Отобранные пробы воздуха доставляются в специализированные лаборатории НИУ, где осуществляется их анализ.

Для измерения средних концентраций газовых примесей в воздухе по трассам длиной до нескольких километров может использоваться ультрафиолетовый трассовый газоанализатор ДОАС-4Р.

5.2.1.6 Для дистанционных измерений температуры ИОТ и оценки по температуре интегральной плотности излучения ИОТ рекомендуется использовать тепловизионную аппаратуру АГА-680 (с λ от 2 до 5,6 мкм) с системой обработки термоизображений на ПК.

Оценку максимальных температур ИОТ можно осуществлять высокотемпературными пирометрами излучения различного типа, в частности, фотоэлектрическими, которые обладают необходимым в данном случае быстродействием. Могут быть использованы стандартные портативные инфракрасные пирометры типа Смотрич-4П,5П (диапазон измерения до 1500°С), ThermoPoint, Raytek (до 3000 °С).

5.2.1.7 Для экспериментальной оценки интегральной плотности излучения ИОТ в процессе горения аэровзвеси, а также уровня энергетической облученности в окрестности ИОТ, представляющего собой кратковременный источник излучения высокой интенсивности, в качестве приемника излучения могут быть использованы малоинерционные термоприемники (термисторы, термометры сопротивления, термопары) со стандартной схемой измерения, с регистрацией показаний на шлейфовый осциллограф либо ПК. Термоприемники должны быть отградуированы по переменному тепловому потоку.

5.2.1.8 Для определения показателя кислотности (водородного показателя pH) искусственных туманов могут быть использованы потенциометры (pH-метры), измеряющие ЭДС электродной пары, помещенной в измеряемый водный раствор (наиболее точный метод), цветные индикаторы (например, лакмусовая бумага) или же люминесцирующие индикаторы.

Могут быть использованы и стандартные pH-метры различного типа, например, портативные pH-метры pH-150М, Аквилон pH-410 и др.

5.2.1.9 К проведению измерений по оценке уровней ВФВ допускаются лица, прошедшие обучение и инструктаж по технике безопасности при работе с измерительной аппаратурой, вспомогательным оборудованием, химическими реактивами и т.п., применяемыми при проведении измерений.

Подготовка измерительной аппаратуры и оборудования к работе, а также выполнение измерений следует производить в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на аппаратуру, а также конкретными методиками выполнения измерений.

5.2.2 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при ПГЗ

5.2.2.1 Экспериментальный контроль и оценку загрязнения природной среды при проведении ПГЗ осуществляют по содержанию в воздухе атмосферы, почве и воде открытых водоемов токсичных веществ, выделяющихся при использовании противоградовых ракет (в первую очередь, йодистое серебро).

5.2.2.2 Для этого осуществляется взятие проб в реперных точках (маршрутах):

- атмосферного воздуха с борта летательного аппарата на высотах засева от 3 до 5 км и у поверхности земли над ЗТ и с ее подветренной стороны до удаления 100 км от границы ЗТ;
- жидких и твердых осадков;
- воды из поверхностного слоя открытых водоемов (озера, пруды, водохранилища) до глубины 1 м;
- почвы из поверхностного слоя до глубины 0,2 м;
- сухих выпадений на поверхности земли.

5.2.2.3 Реперные точки для взятия проб осадков, воды водоемов, почвы и сухих выпадений следует выбирать на ЗТ и с ее подветренной стороны на расстоянии от 10 до 20 км друг от друга в характерных точках рельефа местности:

- на возвышенностях от 3 до 5 точек;
- в низинах от 3 до 5 точек;
- на равнинной части ЗТ и с ее подветренной стороны от 3 до 5 точек.

5.2.2.4 Маршруты полетов летательного аппарата следует выбирать таким образом, чтобы 1-й маршрут пересекал ЗТ от наветренной границы до подветренной стороны вдоль направления ведущего потока в день зондирования, а 2-й маршрут пересекал центральную часть ЗТ поперек ведущего потока.

5.2.2.5 Пробы воздуха на высотах следует брать сразу же после проведения активного воздействия; пробы осадков и сухих выпадений - в течение нескольких часов, включая период активного воздействия и после него; пробы воды и почвы берутся 1 раз в месяц в течение сезона ПГЗ.

5.2.2.6 Химический анализ проб воздуха, воды и почвы осуществляют стандартными методами, применяемыми в Росгидромете.

5.2.2.7 Результаты химического анализа проб сводят в таблицу, после чего осуществляют сравнительный анализ уровня содержания йодистого серебра в

воздухе, осадках, воде и почве с наветренной стороны от ЗТ, над ЗТ и с подветренной стороны от нее.

5.2.3 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при искусственном регулировании атмосферных осадков

5.2.3.1 Экспериментальный контроль и оценку загрязнения природной среды при проведении активного воздействия по искусственному регулированию атмосферных осадков осуществляют по содержанию в воздухе атмосферы, почве и воде открытых водоемов йодистого серебра и других реагентов, используемых в пиротехнических средствах для засева облаков, а также по содержанию в воздухе двуокиси углерода, поступающей в атмосферу при засеве облаков "сухим льдом".

5.2.3.2 Для контроля в период проведения активных воздействий на территории работ в определенных специальным образом реперных точках (маршрутах) производится забор проб:

- атмосферного воздуха с борта самолета или вертолета на высотах засева облаков от 3 до 5 км и у поверхности земли над зоной выпадения регулируемых осадков ЗТ и с подветренной стороны от нее до удаления 100 км от границы ЗТ;
- жидких и твердых осадков на этой же территории;
- воды из поверхностного слоя открытых водоемов (озера, пруды, водохранилища) до глубины 1 м на этой же территории;
- почвы из поверхностного слоя до глубины 0,2 м на этой же территории.

5.2.3.3 Реперные точки для взятия проб осадков, воды водоемов и почвы следует выбирать на площади ЗТ и с подветренной стороны от нее на расстоянии 10–20 км друг от друга в характерных точках рельефа местности:

- на возвышенностях от 3 до 5 точек;
- в низинах от 3 до 5 точек;
- на равнинной части ЗТ и с ее подветренной стороны от 3 до 5 точек.

5.2.3.4 Маршруты полетов летательного аппарата для забора проб воздуха следует выбирать таким образом, чтобы 1-й маршрут пересекал ЗТ примерно по середине от ее наветренной границы до дальней границы контролируемой площади с подветренной стороны вдоль направления ведущего потока в день зондирования, а 2-й маршрут должен пересекать центральную часть ЗТ поперек ведущего потока.

5.2.3.5 Забор проб воздуха на высотах следует осуществлять непосредственно после проведения активных воздействий. Пробы осадков следует брать в течение нескольких часов, включая период проведения воздействий и после воздействий. Забор проб воды и почвы целесообразно проводить не реже одного раза в течение всего сезона активных воздействий.

5.2.3.6 Химический анализ проб воздуха, воды и почвы осуществляется стандартными методами, применяемыми в системе Росгидромета.

5.2.3.7 Результаты химического анализа проб сводятся в таблицу, после чего осуществляется сравнительный анализ уровня содержания контролируемых вредных веществ в воздухе, осадках, воде и почве с наветренной стороны от границ ЗТ, над ЗТ и с подветренной стороны от нее.

5.2.4 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при АВ на переохлажденные туманы и заморозки

5.2.4.1 Контрольные измерения уровней вредных воздействий проводятся в период выполнения активных воздействий на туманы или заморозки, при которых производится выброс в атмосферу тепла и различного рода примесей.

5.2.4.2 Периодичность наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха определяется программой наблюдений. В общем случае рекомендуется следующий порядок наблюдений: через каждые 3 ч в течение суток до начала воздействия; через каждый час во время воздействия; через каждые 3 ч в течение суток после окончания воздействия. Пробы воздуха отбирают непосредственно на площади проведения работ и на территории наибольшей плотности населения в близлежащих населенных пунктах, либо на территории, подверженной наибольшему загрязнению в связи с особенностями ее расположения. Отбор проб осуществляется с помощью аспираторов различного типа (в основном, для разовых проб).

Пробы отбирают в пунктах расположения маршрутных (стационарных) постов, определенных заранее на основе предварительного исследования загрязнения воздушной среды средствами активных воздействий, и на передвижных (подфакельных) постах наблюдений, располагающихся на разных расстояниях от генераторов воздействия с учетом закономерностей распространения загрязняющих веществ в атмосфере (в основном, в зависимости от направления и скорости ветра).

5.2.4.3 Измерение уровней температуры создаваемых источников тепла и инфракрасного и светового излучения от указанных источников осуществляется кратковременно (в течение нескольких секунд) с момента введения реагента в атмосферу. Аппаратура для проведения этих измерений устанавливается вблизи расположения генераторов ИОТ.

5.2.4.4 При работах по защите растений от заморозков в зоне АВ устанавливаются пробоотборники искусственного тумана для последующей оценки его кислотности. Определение показателя кислотности воды проводится в полевых условиях при наличии портативного pH-метра, либо отобранные пробы

воды доставляются в специализированные лаборатории, где осуществляется их анализ.

5.2.4.5 При проведении работ по контрольной оценке уровней вредных воздействий на ОС при активных воздействиях на туманы и заморозки в рабочем журнале регистрируются:

- дата и время проведения измерений уровней вредных воздействий;
- метеорологические условия (температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра и др.) при проведении активных воздействий;
- применяемые в ходе активных воздействий технические средства и реагенты, а также режимы воздействия;
- результаты измерений и последующей их обработки для получения оценки уровней вредных воздействий (температура, интенсивность излучения, максимальные концентрации загрязняющих примесей в воздухе, кислотность тумана).

5.2.5 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при грозозащите

5.2.5.1 В случае регулярного проведения активных воздействий по грозозащите определенной территории (с целью противопожарной защиты) возникает необходимость контроля возможного загрязнения ЗТ и окружающих районов используемыми для активных воздействий реагентами. Экспериментальный контроль и оценка загрязнения природной среды при проведении активных воздействий с целью подавления грозовой активности мощных кучевых облаков проводятся, главным образом, п содержанию в воздухе атмосферы, почве и воде открытых водоемов токсичных веществ, выделяющихся при сгорании реагентов и топлива противоградовых ракет.

5.2.5.2 Для контроля в период проведения активных воздействий на территории работ в определенных специальным образом реперных точках (маршрутах) производится забор проб:

- атмосферного воздуха с борта самолета или вертолета на высотах засева облаков от 3 до 7 км и у поверхности земли над ЗТ и с подветренной стороны от нее до удаления 100 км от границы ЗТ;
- жидких и твердых осадков на этой же территории;
- воды из поверхностного слоя открытых водоемов (озера, пруды, водохранилища) до глубины 1 м на этой же территории;
- почвы из поверхностного слоя до глубины 0,2 м на этой же территории.

5.2.5.3 Реперные точки для взятия проб осадков, воды водоемов и почвы следует выбирать на площади ЗТ и с подветренной стороны от нее на расстоянии 10–20 км друг от друга в характерных точках рельефа местности:

- на возвышенностях от 3 до 5 точек;
- в низинах от 3 до 5 точек;
- на равнинной части ЗТ и с ее подветренной стороны от 3 до 5 точек.

5.2.5.4 Маршруты полетов летательного аппарата для забора проб воздуха следует выбирать таким образом, чтобы 1-й маршрут пересекал ЗТ примерно по середине от ее наветренной границы до дальней границы контролируемой площади с подветренной стороны вдоль направления ведущего потока в день зондирования, а 2-й маршрут должен пересекать центральную часть ЗТ поперек ведущего потока.

5.2.5.5 Забор проб воздуха на высотах следует осуществлять непосредственно после проведения активных воздействий. Пробы осадков следует брать в течение нескольких часов, включая период проведения воздействий и после воздействий. Забор проб воды и почвы целесообразно проводить не реже одного раза в течение всего сезона АВ.

5.2.5.6 Химический анализ проб воздуха, воды и почвы осуществляется стандартными методами, применяемыми в системе Росгидромета.

5.2.5.7 Результаты химического анализа проб сводятся в таблицу, после чего осуществляется сравнительный анализ уровня содержания контролируемых вредных веществ в воздухе, осадках, воде и почве с наветренной стороны от границ ЗТ, над ЗТ и с подветренной стороны от нее.

5.2.6 Экспериментальная методика оценки уровней ВФВ при предупредительном спуске лавин

5.2.6.1 Экспериментальная оценка загрязнения природной среды при проведении противолавинных работ должна осуществляться по содержанию в воздухе атмосферы и на снегу токсичного вещества 4 класса оксид углерода, вносимого противолавинными снарядами, минами и зарядами ВВ. Поскольку применение летательных аппаратов для взятия проб воздуха в зимний период в условиях высокогорья невозможно, контроль следует выполнять только по пробам, взятым в снегу в зонах падения снарядов. Проверка загрязнения окружающей среды осуществляется путем взятия проб снега в реперных точках - в зонах падения снарядов до глубины от 0,8 до 1 м.

5.2.6.2 Химический анализ проб снега осуществляется стандартными методами, применяемыми в системе Росгидромета.

5.2.6.3 Измерения уровня акустического воздействия на жителей и объекты при проведении предупредительного спуска лавин следует выполнять с помощью акустического радиометра в соответствии с его инструкцией по применению.

5.2.6.4 Измерения порывов ветра для оценки интенсивности взрывной волны, вызываемой средствами противолавинного воздействия, следует проводить анемометром.

Приложение А
(справочное)

Содержание вредных веществ в продуктах сгорания противоградовых ракет и среднегодовой расход ракет на один объект активного воздействия

А.1 Содержание вредных веществ в продуктах сгорания пиротехнического состава реагента (50-02-02) в ракетах “Алазань” и “Кристалл”

Химическая формула	Класс опасности	Масса выхода вредных веществ с 1 ракеты, г	
		Алазань	Кристалл
CH_4	2	117,00	62,80
HIO_5	2	18,53	9,95
NH_3	4	0,003	0,002
AgI	2	5,12	2,75
I_2	2	5,60	3,00
CO	4	263,40	141,38
SiO_2	4	33,50	17,98
HCl	2	25,36	14,42
	Итого:	468,51	252,28

А.2 Содержание вредных веществ в продуктах взрыва шашки самоликвидатора ракет “Алазань” и “Кристалл”

Химическая формула	Класс опасности	Масса выхода вредных веществ с 1 ракеты, г	
		Алазань	Кристалл
NH_3	4	0,03	0,03
CO	4	62,15	62,15
	Итого:	62,18	62,18

А.3 Содержание вредных веществ в продуктах сгорания зарядов двигателей ракет “Алазань” и “Кристалл”

Химическая формула	Класс опасности	Масса выхода вредных веществ с 1 ракеты, г	
		Алазань	Кристалл
CO	4	1876,4	2305,3
CH_3	4	0,46	0,57
	Итого:	1876,86	2305,87
	Всего в ракете:	**2407,55**	**2620,33**

А.4 Содержание вредных веществ в продуктах сгорания заряда двигателя ракеты “Алан-2”

Наименование вредного вещества	Химическая формула	Класс опасности	Масса выхода вредных веществ с 1 ракеты “Алан-2”, г
Водород	H_2	4	43,9
Йод	I	3	7,4
Йодистый водород	HI	3	241,9
Угарный газ	CO	4	694,3
Углекислый газ	CO_2	4	671,8
Углеродистый азот	N_2C	4	212,8
Йодистое серебро	AgI_K	2	41,8
Медь конденсированная	Cu_K	3	61,8
Окись железа конденсирован.	FeO_K	3	4,2
Железо конденсированное	Fe_K	4	62,7
Азот	N_2	4	58,9
Водяной пар	H_2O	4	192,7
		Итого:	**2 294,2**

А.5 Среднегодовой расход ракет на засев одного объекта воздействия, шт.

Категория объекта воздействия	Для типов ракет		
	“Алазань-6”	“Кристалл”	“Алан-2”
I	6	3	3
II	12	9	9
III	33	24	24
IV	110	72	66

Приложение Б
(справочное)

Примеры применения расчетной методики оценки уровней ВФВ при проведении противоградовой защиты

Б.1 Количество выбросов в окружающую среду при проведении ПГЗ с помощью ракет «Алазань» и «Кристалл» (на примере провинции Мендоса Аргентины, где отмечался максимальный расход ракет)

Источник выброса	Наименование выбрасываемых веществ	Класс опасности	Максимально возможный выброс загрязняющих веществ				Максимальная концентрация веществ, создаваемая при условии мгновенного расхода всей среднегодовой нормы ракет			Предельно-допустимая концентрация ПДК		
			одной ракетой m_{ji}, г		за 1 день с засевом μ_j, кг/день	за год M_j, кг/год	в атмосфере K_{Aj}, мкг/м^3	в воде открытых водоемов K_{Bj}, мг/л	в почве $K_{Пj}$, мг/кг	в атмосфере, мг/м^3	в воде открытых водоемов, мг/л	в почве, мг/кг
			Алазань	Кристалл								
Ракеты Алазань, Кристалл	Аммиак	4	0,033	0,032	0,017	0,17	$4{,}6\cdot10^{-5}$	$4{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-7}$	20,0	0,05	-
	Аэросил	4	33,50	17,98	16,8	167,5	$4{,}2\cdot10^{-2}$	$4{,}2\cdot10^{-6}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	1,0	-	-
	Иод	2	5,60	3,00	2,80	28,0	$7{,}0\cdot10^{-3}$	$7{,}0\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-3}$	1,0	-	-
	Иодистая кислота	2	18,33	9,95	9,2	91,7	$2{,}3\cdot10^{-2}$	$2{,}1\cdot10^{-5}$	$5{,}7\cdot10^{-3}$	2,0	-	-
	Иодид серебра	2	5,12	2,75	2,6	25,6	$6{,}4\cdot10^{-3}$	$6{,}4\cdot10^{-6}$	$1{,}7\cdot10^{-3}$	0,5	0,05	2820
	Метан	4	0,46	0,57	0,23	2,3	$5{,}8\cdot10^{-4}$	$5{,}8\cdot10^{-7}$	$1{,}5\cdot10^{-6}$	10,0	-	-
	Угарный газ	4	2201,95	2508,83	1101	11009,8	2,7	$2{,}7\cdot10^{-3}$	$7{,}2\cdot10^{-3}$	5,0	-	3,6
	Углеводород	2	117	62,80	58,5	585,0	0,15	$1{,}5\cdot10^{-4}$	$4{,}0\cdot10^{-4}$	10,0	-	-
	Хлористый водород	2	25,36	14,42	12,7	126,8	$3{,}2\cdot10^{-2}$	$3{,}2\cdot10^{-5}$	$8{,}5\cdot10^{-3}$	1,0	300	2,35
	Осколки корпусов	-----	4700	7500	2350	23500	-	-	0,06 кг/га	-	-	-

Б.2 Количество выбросов в окружающую среду при проведении противоградовой защиты с помощью ракет «Алан-2» (на примере провинции Мендоса Аргентины)

Источник выброса	Наименование выбрасываемых веществ	Класс опасности	Максимально возможный выброс загрязняющих веществ			Максимальная концентрация веществ, создаваемая при условии мгновенного расхода всей среднегодовой нормы ракет			Предельно-допустимая концентрация ПДК		
			одной ракетой «Алан-2», m_{ji}, г	1 день с засевом, μ_j, кг/день	1 год M_j, кг/год	в атмосфере K_{Aj}, мкг/м^3	в воде открытых водоемов K_{Bj}, мг/л	в почве $K_{Пj}$, мг/кг	в атмосфере мкг/м^3	в воде открытых водоемов, мг/л	в почве, мг/кг
Противоградовые ракеты «Алан-2»	H_2	4	43,9	17,6	175,6	$4{,}4\cdot10^{-2}$	$4{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-4}$	0,5	0,05	2820
	I	3	7,4	3,0	29,6	$7{,}4\cdot10^{-3}$	$7{,}4\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-5}$	1,0	-	-
	HI	3	241,9	96,8	967,6	0,24	$2{,}4\cdot10^{-4}$	$6{,}0\cdot10^{-4}$	-	-	-
	CO	4	694,3	277,7	2777,2	0,69	$6{,}9\cdot10^{-4}$	$1{,}8\cdot10^{-3}$	5,0	-	3,6
	CO_2	4	671,8	268,7	2687,2	0,67	$6{,}7\cdot10^{-4}$	$1{,}7\cdot10^{-3}$	0,5	0,05	2820
	N_2C	4	212,8	85,1	851,2	0,21	$2{,}1\cdot10^{-4}$	$5{,}3\cdot10^{-4}$	-	-	-
	AgI_K	2	41,8	16,7	167,2	$4{,}2\cdot10^{-3}$	$4{,}2\cdot10^{-5}$	$1{,}0\cdot10^{-4}$	-	-	-
	Cu_K	3	61,8	24,7	247,2	$6{,}2\cdot10^{-2}$	$6{,}2\cdot10^{-5}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$	-	-	-
	FeO_K	3	4,2	1,7	16,8	$4{,}2\cdot10^{-3}$	$4{,}2\cdot10^{-6}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	-	-	-
	Fe_K	4	62,7	25,1	250,8	$2{,}3\cdot10^{-2}$	$2{,}3\cdot10^{-5}$	$1{,}6\cdot10^{-4}$	-	-	-
	N_2	4	58,9	23,6	235,6	$5{,}9\cdot10^{-2}$	$5{,}9\cdot10^{-5}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$	-	-	-
	H_2O	4	192,7	65,1	650,8	0,16	$1{,}6\cdot10^{-4}$	$4{,}1\cdot10^{-4}$	-	-	-
	Масса корпусов	-	2000	800,00	8000	-	-	0,02 кг/га	-	-	-

Пример применения расчетной методики оценки уровней ВФВ на окружающую среду при искусственном регулировании атмосферных осадков

- для работ на территории САР ($S_{АВ}$ > 100 000 км^2) с максимальным дневным расходом пиропатронов ПВ-26 1000 шт. и максимальным сезонным расходом 10 000 шт.

Наименование показателя	Значение показателя для вредного вещества и класса опасности							
	AgI	I_2	HCl	CH_4	HIO_5	NH_3	SiO_2	CO
	2	2	2	2	2	4	4	4
Выход вещества с 1 пиропатрона, г	0,35	0,38	1,78	7,98	1,26	$25 \cdot 10^{-5}$	2,28	17,96
Концентрация вещества в воздухе, мкг/м^3	$12 \cdot 10^{-7}$	$13 \cdot 10^{-7}$	$59 \cdot 10^{-7}$	$27 \cdot 10^{-6}$	$42 \cdot 10^{-7}$	$8 \cdot 10^{-10}$	$76 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{-5}$
ПДК вещества в воздухе, мг/м^3	0,5	1,0	1,0	10,0	2,0	20,0	1,0	5,0
Концентрация вещества в воде, мг/л	$3,5 \cdot 10^{-8}$	$3,8 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$8 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-11}$	$2,3 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$
ПДК вещества в воде, мг/л	0,05	Не установлен	300	Не установлен	Не установлен	0,05	Не установлен	Не установлен
Концентрация вещества в почве, мг/кг	$0,9 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$3,1 \cdot 10^{-8}$	$6,3 \cdot 10^{-12}$	$5,7 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-7}$
ПДК вещества в почве, мг/кг	2820	Не установлен	2,35	Не установлен	Не установлен	Не установлен	Не установлен	3,6

Приложение Г
(справочное)

Реагенты и технические средства воздействия на переохлажденные туманы и заморозки

Г.1 – Перечень реагентов и составов, применяемых при активных воздействиях на туманы и заморозки

Тип реагента	Исходный состав	Сопутствующие вещества	Способ введения
Воздействие на переохлажденные туманы испарения			
1 Ацетилацетонат меди $Cu(C_5H_7O_2)_2$ (ААМ)	а) От 2 до5 % ААМ + от 95 до 98 % "Витан-2М" (сополимер метилметакрилата и метакриловой кислоты)	Продукты сгорания сополимера"Витан-2М"	Возгонка в ИОТ
	б) ААМ + пиросостав	Продукты сгорания пиротехнических составов	Возгонка в ППЭ
2. Флороглюцин $C_6H_3(OH)_3$ (ФГЛ)	а)От 25 до 30 % ФГЛ + от 70до75 % "Витан-2М"	Продукты сгорания сополимера "Витан-2М"	Возгонка в ИОТ
	б) ФГЛ + пиротехнический составов	Продукты сгорания пиротехнических составов	Возгонка в ППЭ
3. Серебро йодистое AgI	а) 5% AgI + 95% Al (алюминиевые порошки ПАП-1, ПАП-2, АСД)	Дым окиси алюминия Al_2O_3	Возгонка в ИОТ
	б) Серебро йодистое + пиротехнический состав	Продукты сгорания пиротехнических составов	Возгонка в ППЭ, пиропатронах
Воздействие на заморозки			
4. Натрий хлористый NaCl	а)От 40до50 % NaCl + от 60 до 50 % Al	Дым Al_2O_3	Возгонка в ИОТ
	б) NaCl + пиротехнический состав	Продукты сгорания пиротехнических составов	Возгонка в пиропатронах
5. Магний хлористый $MgCl_2$	От 40 до - 50 % $MgCl_2$ + от 60 до 50 % Al	Продукты сгорания пиротехнических составов	Возгонка в пиропатронах
6. Кальций хлористый $CaCl_2$	От 40 до 50 % $CaCl_2$ + от 60 до 50 % Al	Продукты сгорания пиротехнических составов	Возгонка в пиропатронах
7. Красный фосфор	915 163 М/В	Фосфорный ангидрид, продукты сгорания пиротехнических составов	Возгонка в ППЭ, пиропатронах
8. Карбамид (мочевина) NH_2CONH_2 + NaCl	20 % карбамида + 10 %NaCl + 70 % "Витан-2М"	Продукты сгорания сополимера "Витан-2М"	Возгонка в ИОТ

Г.2 – Перечень и основные характеристики технических средств воздействия, применяемых при активных воздействиях на туманы и заморозки

Наименование технического средства	Основные характеристики	Примечание
1 Генератор активного аэрозоля "ТАИР-3"	Ширина рулона ППЭ ..... 104, 204 и 304 мм; Длина ленты .....до 314 м (при максимальной загрузке); Скорость распространения фронта пламени вдоль ППЭ.....порядка 1 мм/с; Скорость подачи ППЭ к узлу поджига ... порядка 8 мм/с; Максимальное время работы генератора .....около 87 ч	Реагенты: AgI, красный фосфор
2 Генератор активного аэрозоля "Краб"	Способ поджига аэровзвеси – электроискровой. Масса генератора – 35 кг; объем бункера – 20 л; производительность (объем навески за 1 пуск) – 150 $см^3$; число пусков в минуту – до 15	Возгонка реагента в ИОТ. Реагенты: AgI, ААМ ФГЛ, гигроскопические вещества (NaCl, $MgCl_2$ и др.)
3 Кассетные устройства инициирования пиротехнических изделий	Блочная конструкция для управляемого отстрела или инициирования штатных пиротехнических изделий ПВ-26, ПВ-50 и модулей "Кристалл". Включает набор блоков выброса на 12 (для ПВ-26 и модулей "Кристалл") и 5 (для ПВ-50)гнёзд, систему управления и коммутации	Реагенты: AgI, NaCl
4 Пневматические диспергаторы (распылители) водных растворов гигроскопических веществ типа САГ-5, САГ-10	САГ-10 Объем резервуара .....36 л; Объемный расход жидкости .....18 л/ч; Время непрерывной работы ..... 2 ч. САГ-5 Объем резервуара .....5 л; Объемный расход жидкости .....5 л/ч	Создание водных дымок и туманов, генерация растворимых ядер конденсации

Примечания

1 Производительность генератора "Краб" и выход активных ядер определяются типом применяемого реагента и выбранным режимом работы. Например, для состава 5 % AgI+ 95 % NaCl при $T_{воз}$ = -10 °С выход активных ядер составит около $1{,}67 \cdot 10^{15}$ за один пуск или $2{,}47 \cdot 10^{16}$ ядер/мин.

2 Производительность генератора "Таир-3" и выход активных ядер определяются типом применяемого ППЭ и зависят от конкретной постановки задачи. Например, для ППЭ "С*-2" (совместная разработка ГНИИХТЭОС, г. Москва и НПО "Тайфун") максимальная производительность генератора составит около $1{,}15 \cdot 10^{12}$ ядер/с.

Приложение Д
(справочное)

Ориентировочные значения удельных выбросов загрязняющих веществ при АВ на туманы и заморозки

Ориентировочные значения удельных выбросов загрязняющих веществ при АВ на туманы и заморозки для различных средств воздействия

Загрязняющее вещество	Удельный выброс K_α ($K_р$), г/г			Примечание–
	Краб (ИОТ)	Таир-3 (ППЭ)	Пиропатроны, модули	
Воздействие на переохлажденные туманы испарения				
1 Ацетилацетонат меди $Cu(C_5H_7O_2)_2$ (ААМ)	0,02…0,05	–	–	
2 Флороглюцин $C_6H_3(OH)_3$ (ФГЛ)	0,25…0,3	–	–	
3 Продукты сгорания сополимера "Витан-2М"	~2*)	–	–	
4 Серебро йодистое AgI	0,05	до 0,2	0,02…0,05	
5 Дым окиси алюминия Al_2O_3	1,885			
6 Продукты сгорания ППЭ	–	~2*)	–	
Воздействие на заморозки				
7 Натрий хлористый NaCl	0,4	–	–	
8 Магний хлористый $MgCl_2$	0,4	–	–	
9 Кальций хлористый $CaCl_2$	0,4	–	–	
10 Красный фосфор	–	–	–	
11 Карбамид (мочевина) NH_2CONH_2 + NaCl	0,3	–	–	
*) Значение ориентировочное, т.к. количественный состав продуктов сгорания исследован недостаточно.				

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

Нормативы предельно-допустимых концентраций химических веществ, применяемых при АВ на туманы и заморозки

ПДК в воздухе некоторых химических веществ, применяемых при активных воздействиях на туманы и заморозки согласно [14, 16]

Код веще-ства	Наименование вещества	ПДК, мг/м^3	Примечание
-	Ацетилацетонат меди $Cu(C_5H_7O_2)_2$ (ААМ)	-	Не установлен
-	Флороглюцин $C_6H_3(OH)_3$ (ФГЛ)	-	Не установлен
341	Фосфор красный	ОБУВ=0,0005	
-	Фосфорный ангидрид	$ПДК_{р.з}$ = 1 [4]	
152	Натрия хлорид NaCl	$ПДК_{м.р}$= 0,5 $ПДК_{с.с}$= 0,15	
1532	Мочевина (диамид угольной кислоты, карбамид)	$ПДК_{сс}$ = 0,2	
2924	Сополимер метилметакрилата и метакриловой кислоты, Лакрис 20 (одной группы с Витан-2М)	ОБУВ=0,05	
101	Al и Al_2O_3 Алюминия оксид Al_2O_3	$ПДК_{р.з}$= 2 $ПДК_{сс}$ =0,01	
138	Магния оксид MgO	$ПДК_{м.р}$= 0,4 $ПДК_{с.с}$= 0,05	
2902	Взвешенные вещества (3 кл. опасности)	$ПДК_{м.р}$= 0,5 $ПДК_{с.с}$= 0,15	

Библиография

1 Безопасные уровни содержания вредных веществ в окружающей среде. Научно - исследовательский институт общей и коммунальной гигиены им. А.Т. Сысина АМН СССР. Свердловск. 1990.

2 Громова Т.Н., Диневич Л.А., Унгерман Т.М. К вопросу о содержании йода в атмосферных осадках при активных воздействиях. Тр.ГГО, 1979, вып.420, с.89-97.

3 Абшаев М.Т. Оценка экологической чистоты ракетной технологии противоградовой защиты // Труды Междун. Конф. по АВ на гидромет. процессы, Чебоксары, 2000. С. 37 – 45.

4 Никорич Т.Д., Никорич В.А., Попов Е.И. Влияние противоградовой защиты на содержание реагента засева в малых водоемах на территории Молдавской ССР // Труды ЦАО. 1984. Вып. 156. С. 76 - 83.

5 Лопашов Д.З., Осипов Г.Л., Федосеева Е.Н. Методы измерения и нормирования шумовых характеристик. – М.: Изд-во стандартов, 1983.

6 Контроль и нормализация электромагнитной обстановки, создаваемой метеорологическими радиолокаторами. Методические указания. Госкомитет СССР по гидрометеорологии, Министерство здравоохранения СССР. - Л.: Гидрометеоиздат. 1990. -64 с.

7 Диневич Л.А. Изменения осадков противоградовой защитой / Л.А Диневич, С.Е. Диневич, М.П. Леонов, Ю.А. Серегин, Г.П. Берюлев//- Иерусалим: "МИКА К,А,", 1998,-296 с.

8 Черников А.А. Научные требования и результаты проектов по увеличению осадков в полузасушливых регионах, включая Средний Восток /А.А. Черников, Б.П. Колосков//- Regional Seminar on Cloud Physics and Weather Modification (Damascus, 17-20 October, 2003).- WMP Rep. Series.- No. 42. – P. 111-117.

9 Norman J.C., 1978: О воздействии на окружающую среду сухого льда.- J.Weather Modif.- 1978. – Vol. 10.- No 1.- P. 69-70.

10. Sax R.L. Концентрация серебра в дождевой воде из засеянных и незасеянных кучевых облаков над Флоридой. Результаты 1973-1975 гг. /Sax R.L., Wisniewski J. // - J. Appl. Meteor..- Vol. 18.- No 8.- P. 1044-1055.

11 Wisniewski J. et al. Содержание серебра в осадках, выпадающих из засеянных и незасеянных кучевых облаков во Флориде. – J. Appl. Meteorol. – 1976. – Vol. 15.- No 9. – P. 1004-1011.

12 Иванов В.Н. Исследование источников объемного тепловыделения применительно к задачам возгонки льдообразующих и гигроскопических реагентов /Иванов В.Н., Кудяева И.Л., Пузов Ю.А. // - Труды ИЭМ. – Л.: Гидрометеоиздат. – 1990. – Вып. 6. – С. 29-52.

13 Захаров Д.И. Термодинамические исследования эффективности возгонки реагентов в источниках объемного тепловыделения / Захаров Д.И., Иванов В.Н., Михалев А.В., Морозова Е.В. // - Труды ИЭМ. – Л.: Гидрометеоиздат. – 1990. – Вып. 6. – С. 53-73.

14 Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. – С.-П.: Изд-во «Петербург-XXI век». – 2000.

15 Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. Энциклопедия "Экометрия", под ред.проф. Л.К.Исаева. Изд."Крисмас+", СПб, 1998, 851 с.

16 Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. - Л.: Химия, 1985. - 528с.

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номер страницы				Номер документа	Подпись	Дата	
	измененной	замененной	новой	аннулированной			внесения изменений	введения изменений

gost.e-ecolog.ru