



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ПРИКАЗ

03.12.2020

Москва

№ 529

Об утверждении временных методических указаний в области активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (защита сельскохозяйственных растений от градобития)

Во исполнение поручения Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Д.Ю. Григоренко от 04.03.2020 № ДГ-ПЗ6-1491, пунктов 7, 8 протокола совещания в Департаменте обеспечения регуляторной политики Правительства Российской Федерации от 24.11.2020 № ПЗ6-158в, а также письма Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации от 09.11.2020 № 01-14/5519, п р и к а з ы в а ю:

1. До утверждения федеральных норм и правил в области активных воздействий на гидрометеорологические процессы (защита сельскохозяйственных растений от градобития) применять временные методические указания в области активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (защита сельскохозяйственных растений от градобития), утверждаемые настоящим приказом.

2. Не допускать проверку соблюдения временных методических указаний в области активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (защита сельскохозяйственных растений от градобития) при осуществлении государственного надзора за проведением работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы.

3. Настоящий приказ вступает в силу с 1 января 2021 года.

4. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на начальника Управления геофизического мониторинга, активных воздействий и государственного надзора С.В. Тасенко.

Руководитель Росгидромета



И.А. Шумаков

**ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ В ОБЛАСТИ
АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И
ДРУГИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
(ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ОТ
ГРАДОБИТИЯ)**

I. Общие положения

1. Настоящие временные методические указания в области активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (защита сельскохозяйственных растений от градобития) (далее – временные методические указания), разработаны во исполнение поручения Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Д.Ю. Григоренко от 04.03.2020 № ДГ-ПЗ6-1491, а также пунктов 7, 8 протокола совещания в Департаменте обеспечения регуляторной политики Правительства Российской Федерации от 24.11.2020 № ПЗ6-158в и устанавливают временные методические указания к организации и проведению работ по защите сельскохозяйственных растений от градобития.

2. Работы по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы осуществляются в соответствии с Федеральным законом от 19.07.1998 № 113-ФЗ «О гидрометеорологической службе» (Собрание законодательства РФ, 1998, № 30, ст. 3609; 2018, № 32, ст. 513) (далее – Федеральный закон № 113-ФЗ) юридические лица, являющиеся специализированными организациями активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (далее – СОАВ) на основании лицензии на проведение работ по активному воздействию на гидрометеорологические и геофизические процессы и явления, выданной Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (далее – Росгидромет).

3. Термины, определения и сокращения, используемые в настоящих временных методических указаниях, приведены в приложении № 1.

4. В основу настоящих временных методических указаний легли положения документов Росгидромета, приведенные в приложении № 2 настоящих временных методических указаний.

II. Требования к специализированным организациям активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы, выполняющим работы по защите сельскохозяйственных растений от градобития

II.1. Требования к зданиям, помещениям, сооружениям, иным объектам

5. К объектам необходимым для выполнения работ по защите сельскохозяйственных растений от градобития методами активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (далее

– ПГЗ) относятся здания и (или) помещения, сооружения, иные объекты, принадлежащие СОАВ на праве собственности или ином законном основании, с размещенным на них оборудованием и средствами активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (далее – САВ) предназначенными для проведения работ по ПГЗ, и (или) помещения для работников СОАВ.

6. К объектам по месту осуществления ПГЗ предъявляются требования, изложенные в приложении № 3 к настоящим временным методическим указаниям.

II.II. Требования к средствам активного воздействия

7. К САВ ПГЗ относятся противорадовые изделия, указанные в таблице 1, а также технические средства для их применения, указанные в таблице 2 приложения № 4 к настоящим временным методическим указаниям.

В ПГЗ применяются также средства наблюдений за метеорологическими и другими геофизическими процессами и контроля за проведением работ по ПГЗ приведенные в таблице 3 приложения № 4 к настоящим временным методическим указаниям.

8. Для проведения работ по ПГЗ необходимо наличие автоматизированного метеорологического радиолокатора (далее – МРЛ (ДМРЛ)), автоматизированной системы вторичной обработки радиолокационной информации и управления противорадовыми операциями (далее – АСУ), САВ, радиостанции.

9. Порядок приобретения, хранения, учета и использования САВ установлен постановлением Правительства Российской Федерации от 17 октября 2020 г. № 1701 «Об утверждении Порядка приобретения, хранения и использования средств активного воздействия специализированными организациями активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы» (Собрание законодательства РФ, 2020, № 30, ст. 3609), а также приложением № 5 к настоящим временным методическим указаниям.

II.III. Требования к квалификации работников

10. К работникам, осуществляющим работы по ПГЗ, применяются требования приказа Минздравсоцразвития России от 16.02.2009 № 48 «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих», раздел «Квалификационные характеристики должностей работников гидрометеорологической службы» по следующим должностям:

– начальник военизированной службы по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;

- командир военизированной части по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;
- командир военизированного отряда по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;
- начальник командно-диспетчерского пункта военизированной службы по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;
- начальник отдела военизированной службы по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;
- командир пункта воздействия военизированной службы по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;
- инженер по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;
- инженер по радиолокации;
- техник по ракетно-артиллерийской технике;
- техник по радиолокации;
- техник по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;
- боец пункта воздействия.

В составе работников СОАВ также необходимы:

- инженер-программист по эксплуатации АСУ;
- инженер по средствам связи;
- инженер по ракетной технике.

11. Допускается в штатно-окладном расписании СОАВ не указывать наименование должностей в точном соответствии с должностями, указанными в пункте 9 настоящих временных методических указаний. При этом у работников СОАВ, выполняющих определенные функции и обязанности квалификация, образование и стаж работы должны соответствовать квалификации, образованию и стажу работы равнозначных должностей, указанных в пункте 9 настоящих временных методических указаний.

12. Для СОАВ, основной деятельностью которой не является проведение работ по ПГЗ отсутствует необходимость наличия должностей начальника военизированной службы по активному воздействию на гидрометеорологические процессы, командира военизированной части по активному воздействию на гидрометеорологические процессы, командира военизированного отряда по активному воздействию на гидрометеорологические процессы.

III. Требования к проведению работ

13. В Российской Федерации для проведения работ по ПГЗ применяется ракетный метод АВ, в основе которого лежит внесение с помощью противогорадовых изделий (далее – ПГИ) льдообразующего

(кристаллизующего) реагента в определенные зоны облачной системы, определяемые с помощью метеорологических радиолокаторов.

14. С целью обеспечения безопасности проведения работ по ПГЗ в случае аномального функционирования и отказа систем самоликвидации ПГИ, которое может сопровождаться взрывом на земле, для ПВ устанавливаются запретные секторы пуска ПГИ при нахождении в радиусе действия городов, аэропортов, государственных границ, АЭС, заводов и других объектов. Расчет запретных секторов производится в соответствии с приложением № 6 к настоящим временным методическим указаниям.

15. При проведении работ по АВ должна обеспечиваться безопасность жизни и здоровья граждан, безопасность окружающей среды от проводимых АВ и (или) от их возможных негативных последствий (изменения погоды и (или) загрязнения окружающей среды). Перечень мероприятий, непосредственно направленных на обеспечение безопасности при проведении работ по ПГЗ, представлен в приложении № 7 к настоящим временным методическим указаниям.

16. Перевозка САВ осуществляется в соответствии с документами, указанными в приложении № 8 к настоящим временным методическим указаниям.

IV. Описание метода АВ

17. Ракетный метод ПГЗ обеспечивает точную и оперативную доставку реагента в области будущего градообразования, с целью создания в них требуемой концентрации кристаллизующих частиц. Оперативность засева определяется техническими характеристиками применяемых САВ.

18. В основе ракетного метода ПГЗ лежит физический принцип, основанный на ускорении осадкообразования в областях будущего градообразования развивающихся и зрелых градовых облаков путем их массированного засева реагентом AgI с целью:

- вымывания областей нового роста (зон формирования и зарождения града) преждевременными осадками;
- динамического подавления слабых восходящих потоков преждевременными осадками;
- понижения траектории растущих градин;
- создания благоприятных условий для конкуренции естественных зародышей града с искусственными, созданными на ранних стадиях градообразования, одновременно с естественными.

19. Ускорение осадкообразования стимулируется путем создания в фидерных облаках высокой начальной концентрации искусственных кристаллизующих частиц (порядка 10^{11} м^{-3} и более).

20. Реализация данного метода включает последовательное осуществление технологических операций, представленных в приложении № 9 к настоящим временным методическим указаниям

21. АВ на градовые процессы проводятся с учетом категории их градовой опасности и типа градового процесса в соответствии с приложением № 10 к настоящим временным методическим указаниям.

V. Требования к наблюдениям для принятия решения о проведении работ по защите сельскохозяйственных растений от градобития

22. Для проведения работ по ПГЗ применяются метеорологические радиолокаторы (МРЛ (ДМРЛ)) с временем цикла радиолокационного обзора пространства, не превышающим 3,5 минуты и длиной радиоволны около 10 см, указанные в таблице 3 приложения № 4 к настоящим временным методическим указаниям.

23. МРЛ (ДМРЛ) следует размещать на возвышенной открытой местности, обеспечивающей:

- беспрепятственный обзор облачности над защищаемой и прилегающими территориями (в радиусе от 100 до 150 км) при углах возвышения от 0° и выше;
- прохождение ультракоротковолновой связи (далее – УКВ-связь) с ПВ;
- наличие подъездных путей, линий электроснабжения;
- электромагнитную совместимость и безопасность от сверхвысокочастотного излучения для людей, находящихся вблизи командного пункта (далее – КП).

24. На стадии выбора позиции для МРЛ (ДМРЛ) в Государственной комиссии по радиочастотам проводится экспертиза возможности использования МРЛ (ДМРЛ) и его электромагнитной совместимости с действующими и планируемыми для использования радиоэлектронными средствами, с получением разрешения на использование радиочастот на основании Решения ГКРЧ при Минкомсвязи России от 16.04.2014 № 14-23-04 «О выделении полос радиочастот 2935 - 2965 МГц и 9550 - 9650 МГц для метеорологических радиолокационных станций нового поколения».

25. В соответствии с приложением № 11 к настоящим временным методическим указаниям позиция МРЛ (ДМРЛ) должна отвечать требованиям безопасности обслуживающего персонала, близко расположенных объектов и населенных пунктов, чтобы исключить возможность причинения вреда здоровью людей сверхвысокочастотным излучением. Выбор позиции МРЛ (ДМРЛ) и обеспечение необходимых мер безопасности следует производить в соответствии с действующими санитарными правилами и нормами (Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (Собрание законодательства РФ, 1999, № 14, ст. 1650; 2008, № 52 (ч. 1), ст. 6223), постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 09.06.2003 № 135 «О введении в действие Санитарных правил и нормативов - СанПиН 2.1.8./2.2.4.1383-03» (вместе с "СанПиН 2.1.8./2.2.4.1383-03. 2.1.8.

Физические факторы окружающей природной среды. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 09.06.2003) (Зарегистрировано в Минюсте РФ 18.06.2003 № 4710)).

26. Наблюдения в целях принятия решения о проведении АВ проводятся в соответствии с приложением № 10 к настоящим временным методическим указаниям.

27. В работах по ПГЗ используется радиолокационная информация, получаемая в реальном масштабе времени. Использование радиолокационной информации, публикуемой в сети Интернет в ознакомительных целях в качестве основной радиолокационной информации не допускается.

28. Работы по определению характеристик объектов воздействия (далее – ОВ) с использованием радиолокационной информации в соответствии с подпунктом 45 пункта 1 статьи 12 Федерального закона от 04.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» относятся к лицензируемым видам деятельности, и требуют наличия лицензии на деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях (за исключением указанной деятельности, осуществляемой в ходе инженерных изысканий, выполняемых для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства).

29. При отсутствии вышеуказанной лицензии радиолокационную информацию, а также прогностическую информацию получают на договорной основе или по соглашению с юридическими или физическими лицами, имеющими лицензию на деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях (за исключением указанной деятельности, осуществляемой в ходе инженерных изысканий, выполняемый для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства).

VI. Программа на проведение работ по защите сельскохозяйственных растений от градобития

30. Программа на проведение работ по ПГЗ разрабатывается СОАВ по форме в соответствии с приложением № 12 к настоящим временным методическим указаниям, согласовывается с территориальным органом Росгидромета и утверждается руководителем СОАВ.

31. СОАВ направляет на согласование в территориальный орган Росгидромета по планируемому месту осуществления работ по ПГЗ проект программы на проведение работ по ПГЗ в срок не позднее, чем за 7 рабочих дней до начала работ. Территориальный орган Росгидромета в течение трех рабочих дней со дня регистрации направляет СОАВ согласованную

программу работ по ПГЗ или информирует СОАВ о невозможности ее согласования с обоснованием причин отказа.

32. После устранения замечаний СОАВ вправе повторно направить проект программы работ по ПГЗ на согласование в территориальный орган Росгидромета.

33. В случае возникновения чрезвычайной ситуации требующей оперативного проведения работ по ПГЗ допускается направление СОАВ в территориальный орган Росгидромета проекта программы на проведение работ по ПГЗ в срок позднее, чем за 7 рабочих дней до начала работ. При этом территориальный орган Росгидромета согласовывает программу на проведение работ по ПГЗ в течение суток со дня регистрации.

34. Проведение работ по ПГЗ вне периода или места, указанного в программе на проведение работ по ПГЗ не допускается.

35. Для проведения работ по ПГЗ в новом месте или в новый период требуется повторное согласование и утверждение программы работ по ПГЗ с указанием актуальной информации.

36. При рассмотрении программы территориальный орган Росгидромета не вправе запрашивать у СОАВ документы, доступные ему в рамках электронного межведомственного взаимодействия, а также информационной системы Росгидромета как органа государственного надзора.

VII. Оценка эффективности работ по защите сельскохозяйственных растений от градобития

37. При необходимости СОАВ может провести оценку эффективности работ по ПГЗ за сезон работ по ПГЗ. Методы оценки физической и экономической эффективности ПГЗ, оценки коэффициента градовой опасности сезона ПГЗ, оценки предотвращенного ущерба, сбора и обработки данных о градобитии, порядок обследования площади градобития проводятся в соответствии с методиками, изложенными в приложении № 13 к настоящим временным методическим указаниям.

Приложение № 1
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящих временных методических указаниях приняты следующие термины, определения и сокращения:

Азимут – угол в горизонтальной плоскости между направлением на север и заданным направлением, отсчитываемый по ходу движения часовой стрелки.

Активное воздействие на градовые процессы (АВ) – преднамеренные изменения естественного хода градовых процессов в желаемом направлении с применением средств активного воздействия с целью предотвращения ущерба от града, или его снижения.

Аномальное функционирование противорадового изделия – недопустимое по техническим условиям отклонение в функционировании средства активного воздействия, включая разрушение его конструкции при старте, горение его в пусковой установке, недопустимое изменение траектории его полета, преждевременное его разрушение на траектории полета, отказ в ликвидации его через заданное время.

Безопасный азимут (азимут заряжания) – азимут, в который наводится пусковая установка для заряжания, когда ее направляющие имеют угол возвышения меньше минимально допустимого, а также заряженная пусковая установка в период ожидания первой команды, когда ее направляющие имеют разрешенный угол возвышения.

Градобитие – нанесение градом повреждений сельскохозяйственным растениям, флоре, фауне, постройкам и коммуникациям.

Градовый процесс (ГП) – процесс формирования, развития и диссипации отдельного градового облака или их совокупности в виде кластера, сопровождающийся выпадением града и ливневых осадков, интенсивной грозовой деятельностью, шквалами, иногда смерчами.

Демонтаж – вид аномального функционирования противорадового изделия, состоящий в разрушении изделия в пусковой установке или на траектории, сопровождаемый взрывом или без него.

Запретный сектор – сектор азимута или угла возвышения, в котором запрещается пуск противорадовых изделий в целях обеспечения

безопасности противогорадов стрельб.

Засев – введение в облако льдообразующих или гигроскопических реагентов с целью изменения его фазового состояния, микроструктуры, динамики, электрических свойств и других его характеристик.

Категория объекта воздействия – степень градоопасности объекта воздействия, от которой зависит порядок его засева.

Командный пункт (КП) – пункт, оснащенный средствами наблюдения, связи и управления, с которого осуществляется выдача команд на пункты воздействия для проведения активного воздействия на градовые процессы.

Конвективная ячейка (КЯ) – область радиоэха, ограниченная замкнутыми изолиниями радиолокационной отражаемости, имеющая одну конвективную вершину и питающаяся одним восходящим потоком.

Местник – местный предмет на поверхности, являющийся помехой для радиолокационного обзора пространства.

Навес радиоэха – область, нависающая над областью слабого радиоэха и расположенная на правом наветренном фланге КЯ в процессах с правосторонним развитием, и на левом наветренном фланге КЯ в процессах с левосторонним развитием.

Несанкционированный пуск противогорадового изделия – пуск противогорадового изделия без команды с КП.

Несход противогорадового изделия с пусковой установки – нештатное функционирование противогорадового изделия, связанное с нарушением контактов в пусковой цепи, которое может устранить обслуживающий пусковую установку персонал, или с заводским браком изделия.

Объект воздействия (ОВ) – облако, параметры которого соответствуют критериям засева.

Первое радиоэхо КЯ – радиоэхо вновь развивающейся КЯ, в которой размеры и концентрация облачных частиц достигают значений, при которых их отраженный сигнал может быть обнаружен метеорологическим локатором.

Площадка засева – горизонтальная проекция на высоту засева облачного объема, в который вводится реагент с целью получения желаемого эффекта.

Защита сельскохозяйственных растений от градобития (противогорадовая защита (ПГЗ)) – комплекс организационно-технических мероприятий, осуществляемых с целью защиты от градобития или снижения ущерба от града.

Противогорадовая операция – комплекс технологических действий, осуществляемых с целью предотвращения града или снижения ущерба от града.

Противогорадовое изделие (ПГИ) – средство доставки реагента в облако.

Пульт дистанционного управления (ПДУ) – пульт для дистанционного пуска ПГИ из пусковой установки.

Пункт воздействия (ПВ) – пункт, оснащенный пусковыми установками, ПГИ, средствами связи, с которого по командам с КП производится непосредственное воздействие на градовые процессы путем пуска ПГИ.

Пусковая установка (ПУ) – устройство для пуска ПГИ.

Радиотень (Зона радиомолчания) – зона приема ослабленного радиосигнала или область пространства в которой приём сигнала не возможен.

Репер – хорошо заметный ориентир на местности с известным азимутом.

Самосход – пуск (старт) одной или нескольких ПГИ с ПУ без нажатия на ПДУ кнопки «ПУСК» или дополнительный сход одной или нескольких ПГИ, произошедший одновременно со штатным пуском.

Средство активного воздействия (САВ) – изделие применяющееся для активного воздействия или техническое средство для его пуска.

Суточный прогон – контрольное включение аппаратуры МРЛ (ДМРЛ) и АСУ на сутки для проверки её работоспособности.

Тройка ПГИ – три ПГИ, последовательно пущенные из ПУ для выполнения одной команды с КП.

Угол веерности – угол между направляющими в тройке ПГИ.

Угол возвышения – минимальный угол в вертикальной плоскости, заключенный между продольной осью направляющей ПУ и плоскостью горизонта.

Угол закрытия – угол в вертикальной плоскости, измеряемый относительно горизонта и линии визирования на максимальную высоту препятствия.

Усилие срыва – сила, которую необходимо приложить к ПГИ для того, чтобы сорвать ее со стопорного устройства направляющей ПУ.

Хранение – содержание ПГИ и ПУ, а также других технических средств в исправном состоянии согласно требованиям эксплуатационной документации.

АСУ – автоматизированная система управления.

ФГБУ «ВГИ» – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Высокогорный геофизический институт».

ВО – военизированный отряд.

ВЧ – военизированная часть.

ДМРЛ – доплеровский метеорологический радиолокатор.

ЗИП – запасные части, инструменты, принадлежности и материалы, необходимые для обслуживания и ремонта технических средств.

ЗЦ ЕС ОрВД – Зональный Центр Единой системы организации воздушного движения.

ЗТ – защищаемая от градобитий территория.

КТ – контрольная территория – территория, параметры осадков на которой коррелируют с осадками на ЗТ, используемая для оценки эффективности АВ.

МРЛ – метеорологический радиолокатор.

ПДУ – пульт дистанционного управления

РГ – ракетная группа, обслуживающая ПГИ и ПУ.

СОАВ – специализированная организация активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы.

УКВ – ультракоротковолновый.

Приложение № 2
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

**ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ, КОТОРЫЕ ЛЕГЛИ В ОСНОВУ НАСТОЯЩИХ ВРЕМЕННЫХ
МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ В ОБЛАСТИ АКТИВНОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И ДРУГИЕ
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
(ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ОТ
ГРАДОБИТИЯ)**

В основу настоящих временных методических указаний легли материалы, изложенные в следующих документах Росгидромета:

РД 52.11.850–2016 «Термины и определения в области активных воздействий на гидрометеорологические процессы и явления»;

РД 52.37.615–2015 «Порядок обеспечения безопасности работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы»;

РД 52.37.821-2015 «Порядок применения малогабаритного противоголового комплекса «Ас» для активных воздействий на метеорологические и другие геофизические процессы»;

РД 52.37.601–2012 «Наставление по ракетно-артиллерийскому обеспечению активных воздействий на метеорологические и другие геофизические процессы и явления»;

РД 52.37.710–2012 «Порядок применения модернизированного противоголового комплекса «Алазань» для активных воздействий на метеорологические и другие геофизические процессы»;

РД 52.37.754-2011 «Нормы времени и нормативы численности на выполнение работ по организации и проведению противоголового защиты»;

РД 52.37.732–2010 «Методы оценки эффективности активного воздействия на головые процессы и порядок отчетности о проведении противоголового защиты»;

РД 52.37.726-2010 «Общие технические требования к средствам воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы»;

РД 52.37.731–2010 «Организация и проведение противогодовой защиты»;

РД 52.37.746-2010 «Порядок сбора и обработки данных о градобитии»;

РД 52.37.722-2009 «Районирование территории по градоопасности»;

РД 52.37.672-2006 «Методические указания. Экспресс оценка предотвращенного ущерба в период противогодовой защиты»;

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»;

Программа подготовки бойцов ракетных пунктов военизированных служб по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы, утвержденная заместителем руководителя Росгидромета 22.11.2011 г.;

Правила по охране труда при производстве наблюдений и работ на сети Росгидромета.

Приложение № 3
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

**ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТАМ ПО МЕСТУ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
РАБОТ ПО ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ОТ
ГРАДОБИТИЯ**

1. Требования к объектам на КП следующие.

1.1. Здание для размещения МРЛ (ДМРЛ) должно иметь прочные несущие стены и крышу для размещения антенны МРЛ (ДМРЛ) (при размещении антенны МРЛ (ДМРЛ) на крыше здания). Антенна МРЛ (ДМРЛ) может размещаться на отдельно стоящей вышке. В здании размещаются программно-технический комплекс автоматизированного управления противоградовыми операциями и средства связи, рекомендуется наличие помещения для хранения ЗИП и инструментов для ремонта применяемой аппаратуры. В здании также размещается КП в который входит помещение для работы персонала дежурной смены, размещается также рабочий кабинет командира ВО, комната отдыха и жилое помещение для персонала дежурной смены, работающего в круглосуточном режиме, бытовые помещения.

Допускается размещение МРЛ (ДМРЛ) в модульном помещении, поставляемом вместе МРЛ (ДМРЛ).

Возможно размещение рабочих и бытовых помещений в отдельно стоящем здании (зданиях), рядом со зданием или модульным помещением для МРЛ (ДМРЛ).

1.2. Возможна организация в СОАВ дистанционного управления МРЛ (ДМРЛ). При этом допускается создание КП на удалении от МРЛ (ДМРЛ), с которого осуществляется управление одним или несколькими МРЛ (ДМРЛ).

1.3. Командный пункт (далее – КП) оснащается компьютерными столами, книжными шкафами, столами для размещения УКВ-радиостанций (для связи с ПВ и другими ВЧ (ВО)), оргтехникой, средствами связи, документами, необходимыми для организации и проведения работ по ПГЗ.

1.4. На территории КП допускается размещение гаража, мачты связи, трансформаторной подстанции для электропитания МРЛ (ДМРЛ) и базы ВЧ (ВО), склада постоянного хранения САВ, склада хранения ПУ.

1.5. Территория КП должна иметь ограждение по периметру.

2. К устройству и планировке ПВ предъявляются следующие требования.

2.1. Территория ПВ должна быть огорожена металлической сеткой высотой от 1,5 до 2 метров, иметь запирающиеся ворота и представлять собой прямоугольник со сторонами от 20 до 30 м.

2.2. На ПВ должны размещаться:

- вагон-дом или иное помещение для персонала дежурной смены, имеющее рабочее помещение с расположенными в нем ПДУ и всем необходимым для хранения и заполнения рабочих журналов и прочей документации, ведущейся на ПВ, спальные места для двух человек, место, оборудованное для хранения продуктов, приготовления и приема пищи, санузел (допускается его отдельное размещение);

- две ПУ (основная и резервная) на расстоянии друг от друга не менее 4 м, и две бетонные площадки для их размещения;

- склад временного (сезонного) хранения САВ вместительностью до 100 ПГИ в ящиках или на стеллажах;

- мачта антенны радиосвязи и грозозащиты;

- средства связи;

- два прожектора: один направленный на склад ПГИ, другой – на ПУ;

- дорожки между рабочим помещением, площадкой для ПУ и складом, с расстоянием между ними не менее 15 м.

На ПВ должно быть организовано видеонаблюдение.

Пример схемы планировки ПВ приведен на рисунке 1.

ПВ должен быть обеспечен электроэнергией и питьевой водой. При невозможности подключения ПВ к водопроводу и линиям электропередачи организуется привоз питьевой воды и обеспечение генератором электричества.

Для автоматизированных (безлюдных) ПВ помещение для персонала дежурной смены, склад и обеспечение питьевой водой не требуется.

2.3. На ПВ на видном месте устанавливаются таблички с текстом:

«Не направляй заряженную ПУ на людей, животных и строения»;

«Заряжая ПУ, не стой напротив соплового блока ракеты, подключенной к цепи пуска»;

«Не оставляй заряженную ПУ на углах возвышения менее 45°»;

«Не производи пуски ракет при скорости ветра более 25 м/с»;

«При несходе ракеты с направляющей подходи к ПУ не ранее, чем через 5 минут»;

«Пуски ракет производи только из укрытия»;

«На территории ведется видеонаблюдение».

2.4. На наружной стене хранилища (склада ПГИ) вывешиваются таблички с текстом и (или) с запрещающими знаками:

«НЕ КУРИТЬ!»;

«Не проводи операции с открытым огнем ближе 50 м от хранилища»;

«Не переноси более одной ракеты без упаковки»;

«ПОМНИ! Ракеты являются взрывоопасными!»;
 «Нарушение правил эксплуатации ракет и техники безопасности может привести к аномальным действиям и несчастным случаям».

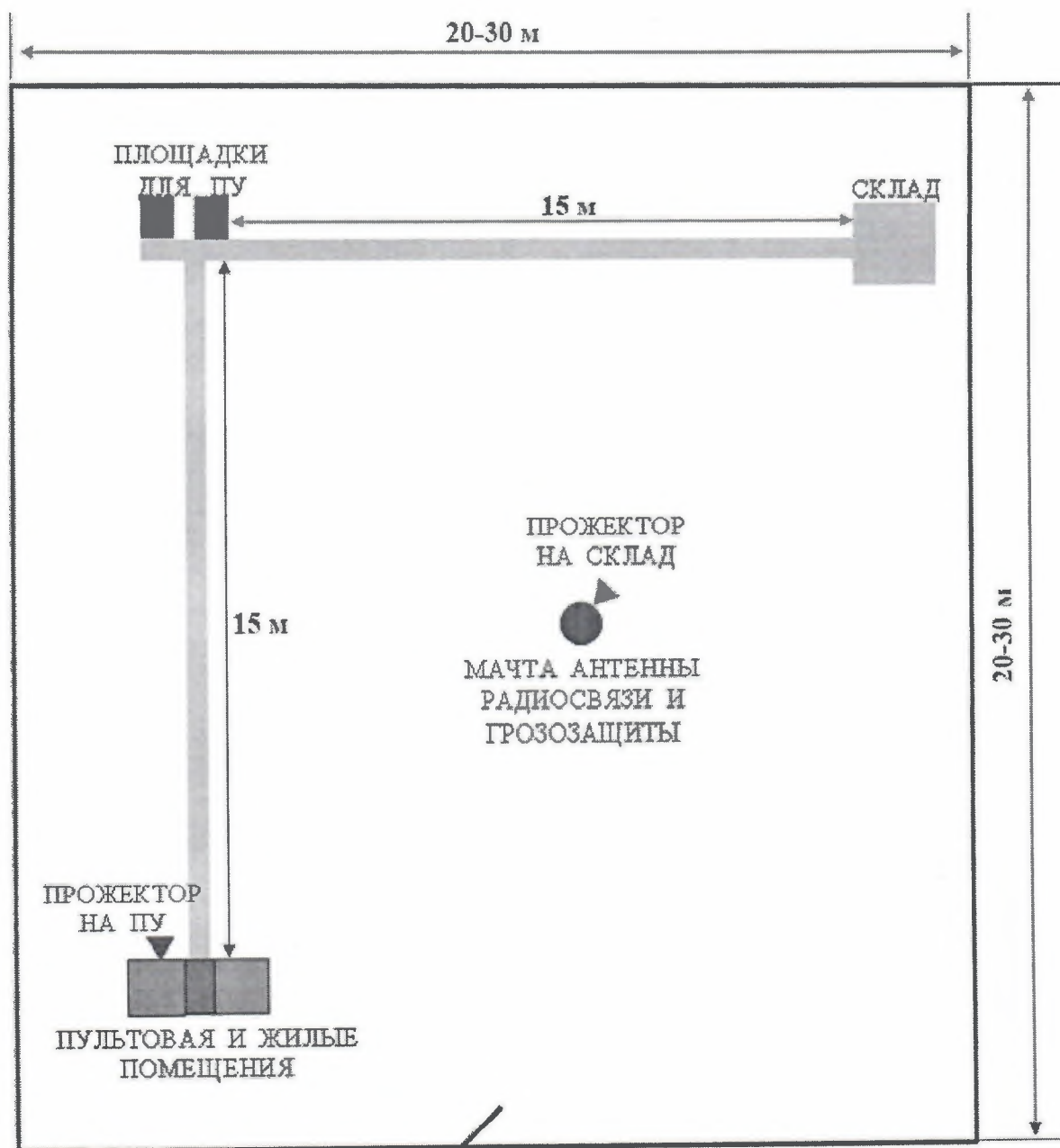


Рисунок 1. Пример схемы планировки ПВ

Приложение № 4
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

Таблица 1. Перечень средств активного воздействия, применяемых специализированными организациями активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества

№ п/п	Наименование	Основные характеристики
1	Противоградовая ракета «Алазань-6»	Калибр, мм – 82,5 Максимальная высота траектории, км – 9,3 Максимальная горизонтальная дальность полета, км – 12 Система самоликвидации в воздухе – взрыв эластичного ВВ массой, кг – 0,19 Пиросоставы с йодистым серебром (AgI)
2	Противоградовая ракета «Алазань-9»	Калибр, мм – 60 Максимальная высота траектории, км – 8,1 Максимальная горизонтальная дальность полета, км – 11 Система самоликвидации в воздухе – взрыв эластичного ВВ массой, кг – 0,08 Пиросоставы с йодистым серебром (AgI)
3	Противоградовая ракета «Ас»	Противоградовая ракета со стартовым ускорителем Калибр, мм – 57 Масса в сборе с газогенератором, кг – 1,8 Максимальная высота траектории, км – 8,8 Максимальная горизонтальная дальность полета, км – 12 Ракетный двигатель на основе льдообразующего топлива с системой самоликвидации корпуса отработавшей ракеты без применения ВВ

		Пиросоставы с йодистым серебром (AgI)
4	Генератор льдообразующего аэрозоля ГЛА-105	Диаметр, мм – 104,5 Высота, мм не более – 155...160 Масса льдообразующего состава, кг не менее – 0,11 Число льдообразующих ядер, шт. не менее: - при температуре минус 6°C – $2,4 \times 10^{14}$ - при температуре минус 10°C – $1,1 \times 10^{15}$ Время работы изделия, с – 7...9 Высота разрыва при угле возвышения мортиры 85...90°, м не менее – 150

Таблица 2. Перечень технических средств активного воздействия, применяемых специализированными организациями активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы

N п/п	Наименование	Основные характеристики
1	Установка для пуска противораковых ракет ТKB-040 и ее модификации	Количество направляющих, шт. – 12 Углы наведения, градус: по вертикали – от 20 до 85 по горизонту – 360
2	Автоматизированная противораковая установка «Элия» и ее модификации	Сменные пакеты направляющих под разные калибры ракет Количество направляющих, шт. – 16, 20, 36 Углы наведения, градус: по вертикали – от 0 до 80 по горизонту – 360
3	Пусковая установка «Элия-МР» (шифр СПЗ-12) и ее модификации	Сменные пакеты направляющих под разные калибры ракет Количество направляющих, шт. – 12 Углы наведения, градус: по вертикали – от 45 до 85 по горизонту – 360

Таблица 3. Перечень средств наблюдений за метеорологическими и другими геофизическими процессами и контроля за проведением работ по активному воздействию на них

N п/ п	Наименование	Основные характеристики
1	Метеорологический радиолокатор МРЛ-5	Длина волны, см – 3,2 и 10 Импульсная мощность, кВт – 250 и 800 Потребляемая мощность, кВт – 14 Радиус обзора, км – до 300
2	Доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ-10	Длина волны, см – 10 Диапазон рабочих частот, МГц – от 2700 до 3100 Передатчик – транзисторный Импульсная мощность, кВт, не менее – 5 Длительность импульса, мкс – от 1,0 до 100,0 Частота зондирования, Гц – от 300 до 3000 Потребляемая мощность, кВт, не более – 10 Приемник – 2 канала (горизонтальная поляризация) Динамический диапазон приемника, дБ, не менее – 105 Измеряемая радиальная скорость, м/с – +/-50 Полностью твердотельный

Приложение № 5
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

ПОРЯДОК УЧЕТА И ХРАНЕНИЯ СРЕДСТВ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

1. На технические САВ, указанные в таблице 2, а также на партии САВ, указанные в таблице 1 приложения № 4 к настоящим временным методическим указаниям ведутся формуляры, являющиеся документом, удостоверяющим гарантированные предприятием-изготовителем САВ их основные технические характеристики, текущее состояние и сведения по эксплуатации. Формуляр оформляется в одном экземпляре на каждое техническое САВ (партию САВ) и хранится в СОАВ, осуществляющей хранение и учет движения САВ. Технические характеристики САВ гарантируются техническими условиями на них.

2. Учет и хранение технических САВ, а также средств наблюдения и контроля, указанных в таблице 3 приложения № 4 к настоящим временным методическим указаниям, осуществляется в порядке, установленном для учета, хранения и приема-передачи материальных ценностей общего назначения.

3. Хранение САВ, содержащих пиротехнические вещества, осуществляется в соответствии с требованиями, установленными «ГОСТ Р 51270-99. Государственный стандарт Российской Федерации. Изделия пиротехнические. Общие требования безопасности», утвержденным постановлением Госстандарта России от 27.04.1999 № 135, и Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пиротехнических изделий», утвержденным Решением Комиссии Таможенного союза от 16.08.2011 № 770 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пиротехнических изделий».

4. САВ, содержащие взрывчатые и пиротехнические вещества, различных групп совместимости хранятся отдельно в соответствии с пунктом 446 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах», утвержденных приказом Ростехнадзора.

5. На каждый временный склад хранения САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества, составляется паспорт временного склада

хранения САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества (далее – паспорт), в двух экземплярах. Паспорт рекомендуется составлять по форме рисунка 1 настоящего приложения. Первый экземпляр паспорта хранится в подразделении активного воздействия (в том числе на пункте воздействия). Второй экземпляр паспорта хранится на рабочем месте руководителя структурного подразделения СОАВ, в ведении которого находится склад временного хранения, или уполномоченного работника СОАВ. Паспорт уточняется по мере необходимости руководителем структурного подразделения СОАВ, в ведении которого находится склад, или иным лицом, уполномоченным руководителем СОАВ.

6. Доставленные на места хранения САВ, содержащие взрывчатые и пиротехнические вещества, помещаются в хранилища и прикладываются на основании документов поставщика, приходного ордера на приемку материальных ценностей (нефинансовых активов) по форме 0504207, утвержденной приказом Минфина России от 30.03.2015 № 52н «Об утверждении форм первичных учетных документов и регистров бухгалтерского учета, применяемых органами государственной власти (государственными органами), органами местного самоуправления, органами управления государственными внебюджетными фондами, государственными (муниципальными) учреждениями, и Методических указаний по их применению» (далее – приказ Минфина России).

7. СОАВ необходимо вести учет САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества, на складах в соответствующих книгах и журналах.

8. Учет САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества рекомендуется осуществлять в Книге учета прихода и расхода САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества (далее – Книга) по форме рисунков 2 и 3 настоящего приложения.

9. Учет САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества, в подразделениях активного воздействия (в том числе на ПВ) рекомендуется вести согласно Журналу учета стрельб по форме рисунка 4 настоящего приложения.

10. Книга должна быть пронумерована, прошнурована и скреплена подписью руководителя СОАВ и печатью СОАВ. Книга ведется уполномоченным на учет работником СОАВ. САВ, содержащие взрывчатые и пиротехнические вещества, должны учитываться отдельно по наименованиям, с указанием номера партии и количества изделий в партии. Остаток САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества, по каждому наименованию должен быть подсчитан и занесен по номерам в Книгу на конец текущих суток, если их количество изменилось за сутки.

11. Исправление в Книге должно содержать дату исправления, а также подписи лиц, сделавших исправление, с указанием их фамилий и инициалов, либо иных реквизитов, необходимых для идентификации этих лиц.

12. Списание САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические

вещества, рекомендуется оформлять актом, составленным по форме рисунка 5 настоящего приложения.

13. Документы по учету САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества, хранятся в СОАВ не менее трех лет.

14. Выдача материальных запасов со складов СОАВ производится материально ответственным лицам.

15. Бухгалтерия СОАВ также ведет учет прихода и расхода САВ по их наименованиям и партиям.

16. При приемке САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества, проверяют исправность их упаковки и соответствие количества груза сопроводительным документам.

17. Правильность учета и хранения САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества, на центральных складах проверяется ежемесячно лицами, уполномоченными руководителем СОАВ, и периодически представителями вышестоящего ведомства (организации) в рамках ведомственного контроля (для ведомственных специализированных организаций). Результат проверки отражается непосредственно в книгах и журналах учета. При проверке допускается не распаковывать невскрытые ящики с САВ, содержащими взрывчатые и пиротехнические вещества, при исправности и целостности пломбы и упаковки.

При выявлении в ходе проверки недостачи или излишков САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества, об этом немедленно сообщается руководителю СОАВ для принятия необходимых мер.

ПАСПОРТ временного склада хранения средств активного воздействия, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества, на пункте воздействия		
1. _____ (наименование подразделения, пункта воздействия, номер и местонахождение)		
2. Дата сдачи склада в эксплуатацию: _____		
3. Размеры склада (длина, ширина, высота), м: _____		
4. Материал постройки: _____		
5. Характеристика полов: _____		
6. Характеристика кровли: _____		
7. Наличие запираемого входа: _____		
8. Средства активного воздействия по типам, шт., номер партии, серийный номер:		
- ...		
- ...		
- ...		
9. Характеристика помостов и стеллажей: _____		
10. Противопожарные средства		
Наименование	Количество, шт.	Примечание
11. Наличие на подступах к складу табличек типа «Запретная зона», «Вход воспрещен»:		
12. Наличие инструкций по правилам безопасности:		
13. Наличие охранно-противопожарной сигнализации:		
14. Наличие системы видеонаблюдения:		
15. Наличие аварийного освещения:		
Приложение: Схема склада. Схема ПВ.		
Паспорт составлен: «__» _____ 20__ г.		
Паспорт составил: _____		
(Должность)	(Подпись)	(Инициалы, фамилия)
Руководитель специализированной организации		
(или уполномоченное им лицо)		
(Подпись)		(Инициалы, фамилия)

Рисунок 1. Форма паспорта временного склада хранения САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества

(Наименование специализированной организации активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы, наименование структурного подразделения)

Книга
учета прихода и расхода средств активного воздействия,
содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества

Начато: «__» _____ 20__ г.

Рисунок 2. Форма титульного листа книги учета, прихода и расхода САВ, содержащих взрывчатые и пиротехнические вещества

(Наименование средства активного воздействия)						
Дата	Приход		Расход		Остаток на конец дня	Ответственный
	Откуда, по каким документам получено	Количество	Кому, по каким документам отпущено	Количество		

Рисунок 3. Форма таблицы учета, прихода и расхода САВ, содержащих взрывчатые и взрывчатые вещества

Журнал учета стрельб												
№ п/п	Дата пуска	Наименование средства активного воздействия	Количество пущенных средств активного воздействия	Средство активного воздействия		Азимут	Угол возвышения	Время получения команды	Время пуска	Результат пуска	ФИО проводившего пуск	Примечание
				№ партии	№ изделия							

Примечание: Форма журнала является рекомендуемой

Рисунок 4. Форма таблицы учета стрельб

(Наименование специализированной организации)								
(Структурное подразделение специализированной организации)								
А К Т № _____ от « ____ » _____ 20__ г								
о списании средств активного воздействия с учета ПВ № _____								
« ____ » _____ 20__ г. на ПВ № _____ израсходовано на проведение воздействий на градовые процессы:								
1. САВ Номер партии _____, номера изделий _____ Номер партии _____, номера изделий _____								
Итого израсходовано _____ шт. Остаток САВ на ПВ _____ шт.								
2. САВ Номер партии _____, номера изделий _____ Номер партии _____, номера изделий _____								
Итого израсходовано _____ шт. Остаток САВ на ПВ _____ шт.								
Перечисленные изделия в количестве _____ штук подлежат списанию с учета ПВ № _____.								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 40%;"><u>Командир ПВ или его заместитель</u></td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(Должность)</td> <td style="text-align: center;">(Подпись)</td> <td style="text-align: center;">(Инициалы, фамилия)</td> </tr> </table>			<u>Командир ПВ или его заместитель</u>			(Должность)	(Подпись)	(Инициалы, фамилия)
<u>Командир ПВ или его заместитель</u>								
(Должность)	(Подпись)	(Инициалы, фамилия)						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 40%;"><u>Боец ПВ</u></td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(Должность)</td> <td style="text-align: center;">(Подпись)</td> <td style="text-align: center;">(Инициалы, фамилия)</td> </tr> </table>			<u>Боец ПВ</u>			(Должность)	(Подпись)	(Инициалы, фамилия)
<u>Боец ПВ</u>								
(Должность)	(Подпись)	(Инициалы, фамилия)						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 40%;"><u>Инженер по ракетно-артиллерийской технике</u></td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(Должность)</td> <td style="text-align: center;">(Подпись)</td> <td style="text-align: center;">(Инициалы, фамилия)</td> </tr> </table>			<u>Инженер по ракетно-артиллерийской технике</u>			(Должность)	(Подпись)	(Инициалы, фамилия)
<u>Инженер по ракетно-артиллерийской технике</u>								
(Должность)	(Подпись)	(Инициалы, фамилия)						

Рисунок 5. Форма акта о списании САВ с учета

Приложение № 6
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

ПОРЯДОК РАСЧЕТА ЗАПРЕТНЫХ СЕКТОРОВ ПУСКА ПГИ

Запретные сектора подразделяются на две категории: категория «А» и категория «Б».

Запретные сектора категории «А» назначаются в направлении городов, электростанций, государственных границ, аэропортов, заводов с опасными производствами и т.д. Запретные сектора этой категории должны полностью исключить возможность не только самоликвидации ПГИ над объектом, но и пролет над ним на любой высоте, поэтому запретный сектор категории «А» исключает пуск ПГИ при всех углах места.

Запретные сектора категории «Б» назначаются в направлении поселков городского типа и небольших городов с преобладанием многоэтажной застройки. Запретные сектора этой категории должны исключить возможность падения ПГИ на территорию объекта при отказе системы самоликвидации, поэтому запретный сектор категории «Б» исключает пуск ПГИ при углах места, при которых самоликвидация ПГИ происходит над данным объектом. Пуск ПГИ с углами места, обеспечивающими пролет ПГИ над объектом в данном случае, разрешен.

Порядок определения запретных секторов пуска ПГИ следующий.

1. Составляется таблица ПВ с указанием их географических координат и высот стояния над уровнем моря по данным системы глобального позиционирования.

2. Составляется перечень объектов, на которые требуется ввести запретные сектора, с указанием типа запретного сектора.

3. На топографической карте масштабом 1:100000 или 1:200000 отмечаются места положения ПВ и объектов, на которые должны быть назначены запретные сектора.

4. Для каждого конкретного ПВ из таблиц траекторий для каждого типа ПГИ выбираются данные о максимальной ($R_{\max}$) и минимальной ($R_{\min}$) дальности излета ПГИ при всех возможных углах пуска в зависимости от уровня изотермы минус 6°C и высоты стояния ПВ над уровнем моря.

5. На карте вокруг данного ПВ чертится кольцо с внутренним радиусом равным: $R_{\min}^* = R_{\min} - 2\sigma$, и наружным радиусом равным: $R_{\max}^* = R_{\max} + 2\sigma$, где σ – среднеквадратическое отклонение дальности полета ПГИ (рисунок 1).

6. Для каждого объекта, на который назначается запретный сектор, определяются азимуты на левую ($A_{\text{л}}$) и правую ($A_{\text{п}}$) границы. Далее из азимута на левую границу вычитается 5 градусов, а к азимуту на правую границу прибавляется 5 градусов. Таким образом, значения левой и правой границы запретного сектора равны соответственно: $A_{\text{л}}^* = A_{\text{л}} - 5^\circ$ и $A_{\text{п}}^* = A_{\text{п}} + 5^\circ$ (рисунок 1).

7. Кроме вышеперечисленных запретных секторов на каждой ПУ должны быть установлены ограничения по минимальному углу возвышения, ниже которого пуски ПГИ запрещены. Величина этого угла связана с гарантированным обеспечением высоты самоликвидации ПГИ не менее 1000 м над поверхностью земли.

8. Также существует ограничение и по максимальному углу возвышения. Это ограничение связано с опасностью пересечения траекторией ПГИ трасс транзитных воздушных судов, проходящих над ЗТ.

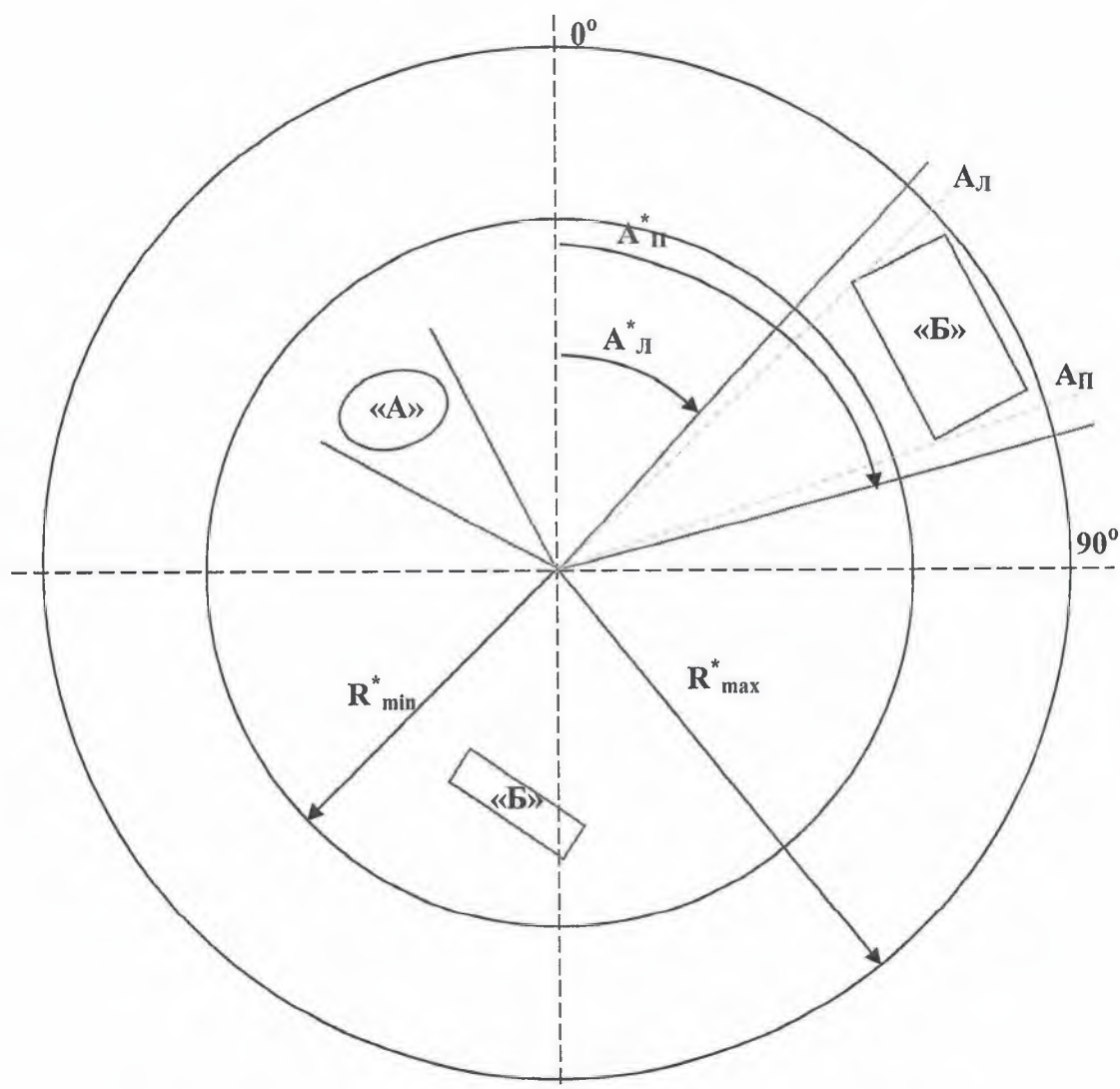


Рисунок 1. Расчет запретных секторов пуска ПГИ

Приложение № 7
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

**ПОРЯДОК ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
РАБОТ ПО ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ОТ
ГРАДОБИТИЯ**

1. Обучение и аттестация

1.1. Подготовка и аттестация специалистов отделов воздействия и радиолокации СОАВ осуществляется ежегодно до начала сезона ПГЗ на курсах «Организация и проведение противоградовых работ», проводимых ФГБУ «ВГИ», в соответствии с учебно-тематическим планом, утвержденным Управлением геофизического мониторинга и активного воздействия (УГМАВ) Росгидромета и согласованным с ФГБОУ ДПО «ИПК» Росгидромета. На курсах «Организация и проведение противоградовых работ» проводится обучение физическим основам, методам и техническим средствам воздействия на градовые процессы, правилам безопасности при проведении работ по АВ, проводятся практические занятия на тренажерах, изучаются руководящие и нормативно-технические документы, регламентирующие организацию и проведение ПГЗ. Периодичность прохождения указанных курсов – один раз в три года.

По окончании курсов, на основе экзамена по проверке теоретической подготовки и практических навыков, проводится аттестация специалистов и выдается удостоверение с правом допуска к руководству воздействием на градовые процессы, или с правом участия в проведении воздействия на градовые процессы на вспомогательных ролях (круглосуточные наблюдения за развитием облаков, поддержание режима связи с ПВ и Зональным Центром Единой системы организации воздушного движения (далее - ЗЦ ЕС ОрВД), оформление документации по АВ и др.).

1.2. Ежегодно перед началом сезона АВ в СОАВ проводятся курсы подготовки и аттестации всего личного состава ПВ по Программе подготовки бойцов ракетных пунктов военизированных служб по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы, утвержденной заместителем руководителя Росгидромета 22.11.2011 г. Обучение бойцов ПВ обязательно включает изучение и инструктаж по охране труда и правилам техники безопасности.

Запрещается допускать к работе с ПГИ и ПУ не аттестованных лиц.

Для обучения и аттестации лиц, допускаемых к эксплуатации САВ, создается комиссия во главе с заместителем руководителя СОАВ или иным уполномоченным должностным лицом. Состав экзаменационной комиссии и списки обучаемых лиц утверждаются приказом руководителя СОАВ.

Обучение должно проводиться специалистами РГ, отдела связи, специалистом по охране труда СОАВ. Лица, прошедшие курс обучения и сдавшие экзамен по теоретической подготовке и практическим навыкам эксплуатации САВ, допускаются к работе с ПГИ и ПУ. Рекомендуются к обучению и аттестации привлекать ФГБУ «ВГИ».

1.3. Проведение комплексных тренировок персонала КП и ПВ перед началом сезона ПГЗ осуществляется с максимальной имитацией противоголовых операций в течение не менее 5 дней с анализом и устранением выявленных недостатков.

1.4. Вводный инструктаж по охране труда работников СОАВ, проводит специалист по охране труда или лицо, на которое возложены эти обязанности приказом руководителя СОАВ.

Первичный и повторный инструктаж по охране труда на рабочем месте проводится непосредственным руководителем подразделения по инструкциям по охране труда, разработанным СОАВ для отдельных профессий или видов работ. Инструктаж проводится с каждым работником индивидуально, или с группой работников, с практическим обучением безопасным приемам и методам выполнения работ, о чем производится запись в журнале инструктажа.

Внеплановый инструктаж по охране труда с личным составом ПВ, инженерным составом РГ и проверку их знаний проводит начальник РГ:

- при проверках ПВ;
- при нарушениях работниками ПВ правил техники безопасности или инструкций по эксплуатации САВ;
- по требованию контролирующих органов.

1.5. При поступлении новых типов САВ в СОАВ должно быть организовано обучение эксплуатирующего персонала по работе с ними. Без проведения такого обучения эксплуатация новых типов САВ запрещается.

2. Меры безопасности при подготовке ПУ к АВ

2.1. При подготовке ПУ к АВ запрещается:

- использовать ПУ без заземления, а также с сопротивлением заземления, превышающим 4 Ом;
- пуск ПГИ без горизонтирования, ориентирования, калибровки усилия срыва и проверки цепей пуска ПУ;
- заряжать и производить стрельбу без проверки исправности ПУ, соединительных кабелей, источников питания и пульта управления;
- заряжать или разряжать ПУ при подключенных источниках питания или с ключом в пульте управления;

- производить любые работы с ПУ, не предусмотренные ее техническим описанием и инструкцией по эксплуатации;
- применять соединительные кабели без металлической оплетки и не предназначенные для данного типа ПУ;
- разбирать и производить изменения в конструкции или электрической схеме ПУ и ПДУ;
- заменять вышедшие из строя комплектующие элементы электрических схем другими, параметры которых не соответствуют требованиям документации;
- применять ПУ с неисправностями, представляющими опасность для обслуживающего персонала и населения;
- выполнять проверку электрических цепей и ремонт узлов на ПУ, заряженной ПГИ.

При обнаружении неисправностей заряженной ПУ, следует разрядить ее и устранить дефект.

2.2. Следует следить за чистотой и сохранностью изоляции разъемов на кабеле подключения ПДУ к ПУ, а также подключения аккумуляторов к ПДУ.

3. Меры безопасности при подготовке ПГИ к АВ

При подготовке ПГИ к АВ запрещается:

- курить и производить операции с открытым огнем на расстоянии менее 50 м от ПГИ или ПУ;
- хранить ПГИ без упаковки или не на стеллажах;
- перевозить и переносить ПГИ в неисправной упаковке;
- переносить без упаковки более одного ПГИ;
- переносить ПГИ на спине и плечах;
- бросать ПГИ, наносить по ним удары;
- ронять ПГИ и их элементы;
- ударять ПГИ при зарядании о ПУ и другие предметы;
- разбирать ПГИ;
- заряжать ПУ без проверки проходимости калибра на всю длину направляющих;
- заряжать ПГИ при наличии в направляющей ПУ посторонних предметов;
- заряжать ПГИ с внешними дефектами;
- проводить учебно-тренировочные занятия со снаряженными ПГИ вместо их учебно-тренировочных макетов;
- заряжать ПУ и осуществлять пуск ПГИ при скорости приземного ветра более 25 м/с. Определение фактической скорости ветра на ПВ производится согласно таблице 1.

Таблица 1. Шкала определения скорости ветра по признакам

Сила ветра, баллы	Словесное обозначение	Скорость ветра, м/с	Признак, определяющий силу ветра
0	Штиль	0	Дым поднимается почти отвесно. Вымпел и листья на деревьях неподвижны
1	Тихий ветер	1	Флюгер не устанавливается по ветру. Колыхнутся отдельные листья. Дым поднимается наклонно
2	Легкий ветер	3	Ощущается легкое дуновение. Слегка колеблются флаги и вымпелы. Листья временами шелестят
3	Слабый ветер	5	Листья и тонкие ветви деревьев постоянно колыхнутся. Высокая трава и пшеница начинают колебаться. Ветер развеивает флаги
4	Умеренный	7	Качаются тонкие ветви деревьев, поднимается пыль, по траве и посевам пробегают волны, вытягиваются флаги
5	Свежий ветер	9	Качаются ветви и тонкие стволы деревьев, вытягиваются флаги
6	Сильный ветер	12	Качаются толстые ветви деревьев, шумит лес, высокая трава и посевы ложатся на землю, гудят телефонные провода
7	Крепкий ветер	15	Качаются стволы деревьев, гнутся большие ветви и сучья, ходьба против ветра заметно затруднена, слышится свист ветра около строений, предметов
8	Шторм	19	Качаются большие деревья, ломаются тонкие ветви и сухие сучья, затруднено движение против ветра
9	Сильный шторм	23	Наблюдаются небольшие повреждения строений. Ломаются большие ветки деревьев. Сдвигаются легкие предметы.
10	Буря	27	Наблюдаются разрушения, некоторые деревья могут быть сломаны
11	Сильная буря	31,1 включительно	Ветер производит значительные разрушения, ломает стволы деревьев
12	Ураган	свыше 31,1	Наблюдаются катастрофические разрушения, деревья вырываются с корнем
П р и м е ч а н и е - Направление ветра определяется по направлению распространения дыма, наклону травы, ветвей деревьев, отклонению вымпела (флага) на ПВ. Скорость ветра оценивается по приведенным в таблице признакам.			

4. Меры безопасности при пуске ПГИ

4.1. Пуски ПГИ разрешается производить только по командам с КП руководителю смены на ПВ (бойцу I класса).

4.2. При проведении АВ запрещается:

- применять нештатные пусковые электрические схемы;
- подсоединять вилки ПГИ к гнездам направляющих, не отключив ПДУ от аккумуляторной батареи;
- находиться напротив сопловых блоков двигателей при зарядании или разрядании ПУ и подсоединении или отсоединении электрических вилок ПГИ;

- направлять заряженную ПУ на людей, животных и строения;
- производить действия, не связанные с пуском ПГИ, на заряженной ПУ при включенном ПДУ;

- производить пуск ПГИ, не убедившись, что весь обслуживающий персонал находится в укрытии;

- производить пуск ПГИ, не зафиксированной стопором;
- производить пуск ПГИ переводом переключателя направляющих при нажатой кнопке «ПУСК»;

- отпускать кнопку «ПУСК» на ПДУ, не убедившись в сходе ПГИ с направляющей;

- оставлять заряженную ПУ на углах возвышения, меньше предельно допустимых;

- перезаряжать ПУ, не отключив ПДУ;

- производить повторный пуск не сошедшей с ПУ ПГИ без устранения причин.

4.3. Категорически запрещается производить пуски ПГИ:

- без команды с КП;
- без разрешения ЗЦ ЕС ОрВД и визуальном обнаружении летательных аппаратов;

- в запретные сектора;
- при скорости приземного ветра более 25 м/с;
- на углах возвышения, при которых самоликвидация ПГИ происходит на высоте менее 1 км над уровнем местности.

4.4. Пуски ПГИ и контроль их схода с направляющих осуществляются из укрытия. Укрытие располагается в помещении, где размещается ПДУ. Укрытием может служить вагон-дом или иное жилое помещение персонала ПВ.

4.5. В случае несхода ПГИ с направляющей пуски ПГИ продолжают с других направляющих. Подходить к ПУ и производить какие-либо работы на ПУ с несошедшей ПГИ разрешается только по истечении 5 минут с момента несхода ПГИ. Предварительно необходимо отключить электрическое питание ПДУ и вынуть ключ из замка ПДУ.

4.6. При работе в темное время суток ПУ и склад ПГИ должны быть освещены. Электропроводка должна быть выполнена так, чтобы исключить

искрение, утечку электричества на корпус ПУ и не создавать замкнутого электрического контура вокруг ПУ.

4.7. При любой ситуации, которая может вызвать аварию или несанкционированный пуск ПГИ, необходимо немедленно отключить питание ПДУ, разрядить ПУ и принять меры по устранению неисправностей или помех, способных спровоцировать аварию или несанкционированный пуск ПГИ.

5. Действия персонала при аномальном функционировании ПГИ и ПУ

5.1. При несходе ПГИ с направляющей ПУ следует:

- а) запустить ПГИ из другой направляющей в тот же азимут;
- б) закончить пуски остальных ПГИ, указанных в команде;
- в) зафиксировать в журнале время и номер направляющей, из которой не сошла ПГИ;
- г) доложить на КП о факте несхода ПГИ;
- д) не ранее чем через 5 минут после несхода извлечь ПГИ из направляющей, уложить в отдельный ящик с надписью «БРАК» и оставить для расследования причин несхода ПГИ.

После выполнения операций «а» - «д» работу из данной ПУ можно продолжить.

5.2. При демонтаже ПГИ в направляющей без взрыва или открытого горения следует:

- а) полностью прекратить работу из данной ПУ;
- б) отключить ПДУ;
- в) сообщить на КП о случившемся и сделать соответствующую пометку в журнале стрельб с указанием времени и номера направляющей;
- г) не ранее чем через 5 минут после демонтажа, удалить из ПУ остатки демонтированного ПГИ;
- д) остатки демонтированного ПГИ поместить в отдельный ящик с надписью «БРАК» для расследования причин демонтажа ПГИ.

После выполнения операций «а» - «г» работу из данной ПУ можно продолжать исключив пуски ПГИ из направляющей, в которой произошел демонтаж, до выяснения причины демонтажа ПГИ.

5.3. При демонтаже ПГИ на траектории или сходе ПГИ с траектории следует:

- а) сообщить на КП о случившемся и сделать соответствующую пометку в журнале стрельб с указанием времени демонтажа ПГИ или схода ее с траектории, и номера направляющей, с которой пущена ПГИ;
- б) пуски ПГИ с направляющей, из которой было пущено данное ПГИ, прекратить до выяснения причин случившегося. При этом пуски ПГИ из остальных направляющих можно продолжить.

5.4. При демонтаже ПГИ в направляющей, сопровождаемом взрывом или открытым горением следует:

- а) полностью прекратить работу из данной ПУ;

б) отключить ПДУ данной ПУ;

в) сообщить на КП о случившемся и сделать соответствующую пометку в журнале стрельб с указанием демонтажа ПГИ в направляющей и номера этой направляющей;

г) не ранее чем через 5 минут после демонтажа, при отсутствии признаков скрытого или открытого горения, удалить из ПУ остатки демонтированного ПГИ и разрядить ПУ.

ПГИ извлеченные из ПУ дальнейшему использованию не подлежат, так как могут иметь скрытые внутренние повреждения. Их помещают в отдельный ящик с надписью «БРАК» для расследования причин произошедшего.

5.5. При самосходе одной или нескольких ПГИ из ПУ следует:

а) немедленно обесточить ПУ отключив ПДУ;

б) работу из данной ПУ полностью прекратить до выяснения причин произошедшего;

в) сообщить на КП о случившемся и сделать соответствующую пометку в журнале стрельб;

г) не ранее чем через 5 минут разрядить ПУ.

ПГИ, извлеченные из ПУ, подлежат дальнейшему использованию.

5. Все случаи аномального функционирования ПГИ и ПУ подлежат расследованию комиссией, назначенной руководителем СОАВ из числа квалифицированных специалистов, которая проводит предварительное расследование причин и последствий аномального функционирования ПГИ и ПУ, организует охрану упавших на землю на ПВ или за его пределами ПГИ, принимает меры по уничтожению отказавших ПГИ и их элементов. Решение комиссии о дальнейших действиях отражается в Акте расследования аномального функционирования ПГИ, который направляется в адреса: завода-изготовителя ПГИ, УГМАВ Росгидромета и ФГБУ «ВГИ». Акт составляется по форме рисунка 1 настоящего приложения.

Утверждаю
Руководитель СОАВ _____

Подпись, инициалы и фамилия

«___» _____ 20__ г.

АКТ расследования аномального функционирования ПГИ

1. Комиссия в составе:

- председателя _____
Инициалы, фамилия и должность

- членов комиссии _____
Инициалы, фамилия и должность

провела расследование случая аномального функционирования ПГИ

Тип, номер партии, номер изделия, дата пуска

2. Данное ПГИ пущено по азимуту _____ градусов и углу возвышения _____ градусов при проведении АВ:

- с ПВ № _____ высота над уровнем моря _____ м;
- при температуре воздуха _____ °С и скорости ветра около _____ м/с;
- на момент пуска отмечалась облачность, осадки (описание типа облачности и осадков).

3. Пуск ПГИ осуществлен:

- с ПУ _____
Тип ПУ, номер, дата выпуска, ориентирование и горизонтирование

- состояние ПУ _____
Техническое состояние ПУ, качество заземления, неисправности

4. Личный состав ПВ:

- квалификация _____
Опыт работы, допуск к работе

- соблюдение правил эксплуатации ПУ и ПГИ

Техническое обслуживание, подготовка к работе

- соблюдение правил техники безопасности _____
Аттестация по технике безопасности

5. Перечень фактического материала, находящегося в распоряжении комиссии и краткое изложение его анализа:

- характеристика схода ПГИ с направляющей;
- характеристика полета ПГИ по траектории (отклонение от заданного направления, демонтажа);
- характеристика функционирования системы самоликвидации ПГИ;
- дальность полета до точки самоликвидации или места падения;

- характеристика места падения ПГИ или ее частей;
- последствия аномального функционирования ПГИ;
- описание принятых мер безопасности.

6. Выводы и заключение комиссии:

6.1. Причины аномального функционирования ПГИ (выявленные однозначно или предполагаемые).

6.2. Меры по устранению последствий (при необходимости).

6.3. Меры, рекомендуемые для предотвращения аналогичных случаев в будущем.

Председатель комиссии: _____
Должность, подпись, инициалы и фамилия

Члены комиссии: _____
Должность, подпись, инициалы и фамилия

Рисунок 1. Форма акта расследования аномального функционирования САВ

Приложение № 8
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

ПОРЯДОК ПЕРЕВОЗКИ СРЕДСТВ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Перевозка САВ должна обеспечивать сохранность их свойств, соответствие требованиям эксплуатационной документации и осуществляться в соответствии с правилами перевозки грузов, с учетом их класса опасности.

Перевозка САВ осуществляется в соответствии с требованиями, установленными:

приложениями А и В Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов от 30 сентября 1957 г. (ДОПОГ);

правилами перевозок грузов автомобильным транспортом, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2011 г. № 272;

Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 877 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (вместе с «ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств»);

Решением Комиссии Таможенного союза от 16.08.2011 № 770 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пиротехнических изделий»;

приказом Минтранса России от 28.09.2015 № 287 «Об утверждении Профессиональных и квалификационных требований к работникам юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» (Зарегистрировано в Минюсте России 09.12.2015 № 40032);

приказом Минтранса России от 15.01.2014 № 7 (ред. от 01.03.2018) «Об утверждении Правил обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом и Перечня мероприятий по подготовке работников юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным

электрическим транспортом, к безопасной работе и транспортных средств к безопасной эксплуатации» (зарегистрировано в Минюсте России 05.06.2014 № 32585);

техническими описаниями, инструкциями по эксплуатации, руководствами по эксплуатации САВ и оборудования, применяемых при выполнении работ по ПГЗ.

Приложение № 9
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОГРАДОВОЙ ЗАЩИТЫ

1. Порядок организации ПГЗ

Организация ПГЗ предусматривает:

- а) экономическое обоснование целесообразности ПГЗ, выбор территории ПГЗ и определение ее площади;
- б) разработку проекта системы ПГЗ с привязкой технологии ПГЗ к реальным климатическим и физико-географическим условиям региона и площади ПГЗ;
- в) реализацию мероприятий по созданию системы ПГЗ, включая закупку необходимого оборудования, набор и подготовку персонала и необходимой документации;
- г) подготовку инфраструктуры системы ПГЗ, включая строительство баз КП и ПВ, подготовку комплекса технических средств, организацию работы противоградовых подразделений и порядка их взаимодействия;
- д) получение лицензии на проведение работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы, с правом проведения работ по защите сельскохозяйственных растений от градобития.

2. Создание системы ПГЗ

2.1. Для проведения ПГЗ в составе СОАВ как правило создается одна или несколько ВЧ, состоящих из ВО, имеющих свой КП и ПВ, число которых зависит от площади ПГЗ, условий УКВ-связи с КП и запретных секторов. Допускается организация КП и ПВ без создания ВЧ и ВО.

2.2. КП может располагаться в здании, где расположен МРЛ (ДМРЛ), или ином помещении, в который поступает радиолокационная информация и имеется УКВ-связь.

2.3. При выборе позиции МРЛ (ДМРЛ) при прочих равных условиях рекомендуется руководствоваться возможностью минимизации затрат на создание инфраструктуры и коммуникаций, включая строительство подъездных путей, линий электроснабжения от промышленной сети, каналов связи (телефон, УКВ-связь), водоснабжение и канализацию.

После выбора позиции с помощью GPS или ГЛОНАСС измеряются ее географические координаты (долгота, широта) до десятых долей угловой минуты, и высота над уровнем моря с ошибкой не более 50 м.

2.4. В СОАВ организуется система связи, которая служит для обеспечения:

- управления ВЧ (ВО), отделами;
- обмена информацией и оперативного взаимодействия между противоградовыми подразделениями;
- приема прогноза погоды, аэрологической, синоптической и спутниковой информации;
- взаимодействия с ЗЦ ЕС ОрВД для получения разрешения на проведение противоградовых стрельб;
- взаимодействия при необходимости, с органами власти, организациями.

2.5. Для управления и взаимодействия используются:

- телефонные каналы для связи с ЗЦ ЕС ОрВД, Заказчиком ПГЗ, органами власти, местного самоуправления и МВД, прогностическим центром, отделами и ВЧ (ВО), для приема-передачи по факсу писем и отчетов о воздействии. Для обмена корреспонденцией допускается использование сети Интернет;

УКВ-радиоканалы для оперативной связи между КП и ПВ. Для связи используются радиостанции УКВ-диапазона. Для улучшения качества связи КП с удаленными ПВ применяются ретрансляторы и направленные антенны типа «волновой канал». Используемое оборудование вводится в эксплуатацию после проведения экспертизы электромагнитной совместимости с действующими и планируемыми для использования радиоэлектронными средствами, с принятием решения о присвоении (назначении) радиочастоты или радиочастотного канала в пределах выделенных полос радиочастот и образованием позывного. Эксплуатация радиооборудования осуществляется в соответствии с действующими санитарными правилами и нормами (Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (Собрание законодательства РФ, 1999, № 14, ст. 1650; 2020, № 29, ст. 4504), Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 09.06.2003 № 135 «О введении в действие Санитарных правил и нормативов - СанПиН 2.1.8./2.2.4.1383-03» (вместе с «СанПиН 2.1.8./2.2.4.1383-03. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 09.06.2003) (Зарегистрировано в Минюсте РФ 18.06.2003 № 4710)).

Для обмена различными видами информации (аэрологической, синоптической и спутниковой и т.д.) используются спутниковые каналы

связи или каналы передачи данных, в том числе с выходом в сеть Интернет.

Допускается использование мобильной (сотовой) связи в качестве резервного канала связи.

2.6. Связь с ЗЦ ЕС ОрВД с целью обеспечения безопасности полетов воздушных судов в период проведения АВ осуществляют через совместную группу взаимодействия, для этого арендуются выделенные телефонные каналы.

2.7. Метеообеспечение ПГЗ включает в себя получение и передачу в СОАВ (ВЧ, ВО):

- а) прогноза конвективной облачности, гроз и града;
- б) данных радиозондирования атмосферы в стандартные сроки, содержащие сведения о высоте изотерм 0°C (H_0) и минус 6°C (H_{-6}), высоте тропопаузы, годографе ветра, направлении и скорости ведущего потока;
- в) синоптической ситуации в районе проведения ПГЗ, содержащей информацию о типе атмосферных фронтов, обуславливающих погоду в регионе, и прогнозируемом времени их прохождения;
- г) спутниковой картины облачности региона.

Эту информацию СОАВ может получать самостоятельно, при наличии лицензии на деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях (за исключением указанной деятельности, осуществляемой в ходе инженерных изысканий, выполняемый для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства), или получать ежедневно по согласованному расписанию из ближайшего ЦГМС Росгидромета или иной организации, имеющей указанную лицензию. При отсутствии такой возможности организуется прием спутниковой и синоптической информации через сети передачи данных, в том числе с выходом в сеть Интернет, с установкой соответствующего оборудования.

3. Режим работы противогорадовых подразделений

3.1. Со дня начала разворачивания КП и ПВ, в течение всего сезона ПГЗ и в период сворачивания КП и ПВ работа персонала отдела воздействия и контроля, бойцов ПВ, ракетного отдела, отделов радиолокации, связи, автоматизации и обслуживающих их подразделений осуществляется во все дни сезона в круглосуточном режиме.

3.2. Перевод на круглосуточный режим работы осуществляется приказом руководителя СОАВ с указанием начала и окончания периода круглосуточного режима и перечислением всех подразделений и должностей, переводимых на круглосуточный режим.

3.3. В условиях работы персонала в круглосуточном режиме следует организовать посменную его работу в соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации и коллективным договором СОАВ.

3.4. Продолжительность противогорадового сезона в зависимости от региона варьируется в пределах от 5 до 6 месяцев. Однако для успешности

проведения противоградовых работ режим работы СОАВ рекомендуется круглогодичный, включая периоды:

- подготовки технических средств и персонала к началу сезона ПГЗ;
- разворачивания противоградовых подразделений;
- проведения ПГЗ в сезоне;
- сворачивания работы КП и ПВ по окончании сезона;
- ремонта и профилактики технических средств;
- технической учебы и трудовых отпусков персонала.

3.5. Разворачивание противоградовых подразделений перед началом сезона ПГЗ предусматривает:

- расконсервацию и разворачивание оборудования КП (МРЛ (ДМРЛ), средства автоматизации и связи);

- разворачивание сети ПВ с установкой на позициях ПУ, радиостанций, мачт связи и грозозащиты, противопожарного оборудования, обустройство условий работы и быта на ПВ;

- ориентирование, горизонтирование ПУ, градуировку и калибровку МРЛ (ДМРЛ) и АСУ;

- согласование маршрутов доставки ПГИ на ПВ в соответствии с приказом Минтранса России от 04.07.2011 № 179 «Об утверждении Порядка выдачи специального разрешения на движение по автомобильным дорогам транспортного средства, осуществляющего перевозку опасных грузов» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.09.2011 № 21782);

- организацию работы дежурных смен персонала КП и ПВ;

- организацию взаимодействия с ЗЦ ЕС ОрВД;

- налаживание прогностического обеспечения ПГЗ;

- проведение комплексных тренировок по отладке взаимодействия КП и ПВ и восстановлению навыков персонала КП и ПВ;

- организацию круглосуточного дежурства персонала КП и ПВ.

3.6. Проведение противоградовых операций в сезоне ПГЗ предусматривает выполнение следующих видов работ:

- круглосуточное дежурство КП и ПВ в режиме постоянной связи между КП и ПВ;

- радиолокационное обнаружение и распознавание категорий ОВ;

- выработка команд на проведение операций по АВ на градовые процессы на КП, их передача и исполнение на ПВ в любое время суток;

- контроль результатов АВ.

3.7. Сворачивание противоградовых подразделений по окончании сезона ПГЗ предусматривает:

- вывоз ПГИ с ПВ в сроки и по согласованным маршрутам;

- демонтаж ПУ, радиостанций, мачт связи и грозозащиты, их перевозку на склады и их консервацию;

- консервацию жилых и служебных помещений на КП и ПВ;

- консервацию МРЛ (ДМРЛ).

4. Подготовка к проведению работ по активному воздействию на градовые процессы

4.1. Подготовка к проведению АВ

Подготовка к проведению АВ предусматривает:

- оценку готовности системы ПГЗ к проведению АВ;
- подготовку персонала к проведению АВ;
- организацию взаимодействия с ЗЦ ЕС ОрВД;
- проведение комплексных тренировок персонала КП и ПВ;
- организацию круглосуточных радиолокационных наблюдений за развитием градоопасных и градовых облаков на ЗТ и на прилегающей к ней территории.

4.2. Для оценки готовности системы ПГЗ к проведению АВ следует проверить:

- надежность функционирования МРЛ (ДМРЛ) и АСУ суточным прогнозом;
- надежность связи между КП и ПВ;
- готовность ПВ и ПУ к АВ;
- сопротивление заземления средств радиолокации, связи, ПУ с составлением протокола измерений в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителя, утвержденными приказом Минэнерго России от 13.01.2003 № 6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.01.2003 № 4145).

4.3. Подготовка персонала к проведению АВ предусматривает:

1) подготовку трех дежурных смен КП, каждая из которых состоит из следующих специалистов:

- ведущий инженер по АВ (руководитель воздействия - руководитель смены);
- инженер или техник по активному воздействию на гидрометеорологические процессы для взаимодействия с ПВ (радиооператор по взаимодействию с ПВ) (в зависимости от числа ПВ их может быть в смене один или два);
- инженер или техник по активному воздействию на гидрометеорологические процессы для взаимодействия с ЗЦ ЕС ОрВД (радиооператор по взаимодействию с ЗЦ ЕС ОрВД);
- инженер-программист по эксплуатации АСУ;
- инженер по радиолокации;
- инженер по ракетной технике;

2) подготовку двух или трех дежурных смен для каждого ПВ, состоящих из двух человек:

- командира ПВ или его заместителя - бойца 1 класса;
- бойца 2 класса.

Дежурные смены КП и ПВ комплектуются из специалистов, прошедших специальное обучение и аттестованных с допуском к работе на своем рабочем месте.

4.4. Противоградовые стрельбы осуществляются СОАВ с учетом зон ограничения полетов, установленных в соответствии с подпунктом «б» пункта 34 Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» (далее – ФАП).

4.5. Для обеспечения безопасного использования воздушного пространства при проведении противоградовых стрельб в соответствии с подпунктом «з» пункта 8 и пунктом 9 ФАП устанавливаются зоны ограничения полетов по географическим координатам (широте и долготе) и максимальной высоте вводимого ограничения на использование воздушного пространства, исходя из условий обеспечения безопасности их проведения с учетом максимальной высоты и горизонтальной дальности полета САВ, радиуса разлета их осколков.

4.6. Планирование и координирование использования воздушного пространства для проведения противоградовых стрельб осуществляются в соответствии с приказом Минтранса России от 16.01.2012 № 6 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.03.2012 № 23577).

4.7. В СОАВ организуется прямая круглосуточная связь между КП и ЗЦ ЕС ОрВД.

5. Организация работы пункта воздействия

5.1. Работа ПВ организуется по степеням готовности к проведению АВ. «Готовность № 3» является повседневным состоянием ПВ в течение всего сезона ПГЗ. При этом:

- ПУ готовы к работе (проверено их горизонтирование, ориентирование, калибровка усилия срыва, аккумуляторы заряжены);
- ПГИ в количестве не более 48 штук на каждую ПУ подготовлены к заряданию и уложены на стеллажах на складе ПВ;
- средства связи исправны.

5.2. Для контроля наличия и исправности имущества и оборудования на ПВ ведется опись имущества и оборудования ПВ.

5.3. Для контроля текущей готовности ПВ ведется Журнал инспекций и проверок следующего вида.

Дата	Вопросы проверки	Замечания и указания	Отметка о выполнении
Председатель комиссии		личная подпись	инициалы, фамилия
Члены комиссии:		личная подпись	инициалы, фамилия

5.4. Для контроля приема-сдачи дежурств между сменами на ПВ ведется Журнал дежурств следующего вида.

Дата и время	Наличие имущества и оборудования по описи	Количество САВ по типам, шт.	Дежурство	
			принял (фамилия, инициалы, подпись)	сдал (фамилия, инициалы, подпись)

5.5. Для учета и контроля САВ в ВЧ (ВО) ведется Книга учета прихода и расхода САВ по форме рисунков 2 и 3 приложения № 5 к настоящим временным методическим указаниям.

5.6. Для учета и контроля САВ на ПВ ведется Журнал учета САВ на ПВ следующего вида.

Дата поступления	Откуда прибыли	Тип САВ	Номер партии	Номер САВ	Прибыло	Убыло	Состоит на учете

5.7. Для отслеживания метеорологической обстановки на ПВ ведется Журнал метеонаблюдений на ПВ следующего вида.

Дата	Время ч:мин	Температура воздуха, °С	Температура смоченного термометра, °С	Облачность, баллы	Направление и скорость ветра	Атмосферные осадки		
						Вид	Начало, ч:мин	Окончание, ч:мин

5.8. Команда «Готовность № 2» вводится за 20 – 30 мин до начала АВ. При этой готовности персонал ПВ должен перевести средства связи в режим приема команд и зарядить ПУ.

5.9. Затем персонал ПВ должен доложить на КП о выполнении команды зарядить ПУ, и сделать соответствующие записи в Журнале команд на АВ следующего вида.

Дата	Время, ч:мин	Содержание команды	Принял (фамилия, инициалы)

5.10. Команда «Готовность № 1» подается с КП за время от 3 до 5 минут до начала пусков ПГИ. По этой команде персонал ПВ должен произвести подключение вилок ПГИ к розеткам направляющих ПУ.

5.11. Сведения о расходе САВ заносятся в Журнал учета стрельб, составленный по форме рисунка 4 приложения № 5 к настоящим временным методическим указаниям.

5.12. Доложить на КП о выполнении команды.

5.13. Списание САВ на ПВ с учета осуществляется после составления Акта о списании САВ с учета, составленного по форме рисунка 5 приложения № 5 к настоящим временным методическим указаниям.

6. Порядок пуска ПГИ в процессе АВ

6.1. Пуск ПГИ осуществляется по команде «Пуск», поданной с КП.

6.2. При получении с КП команды, боец I класса четко и громко произносит значение азимута команды. Боец II класса, продублировав команду, оперативно наводит ПУ в заданный азимут.

6.3. Перед пуском ПГИ боец I класса (командир ПВ или его заместитель) подает команду «В укрытие». При этом оба бойца должны войти в укрытие.

6.4. Боец I класса подает команду «Внимание» вставляет ключ в замок ПДУ и включает его.

6.5. Боец I класса устанавливает ручку переключателя направляющих напротив требуемой направляющей.

6.6. Боец I класса, в зависимости от типа ПДУ, нажимает одну или две кнопки «Пуск» и удерживает их (ее) не менее двух секунд до схода ПГИ с направляющей.

6.7. Далее боец I класса, аналогично, осуществляет пуски еще двух ПГИ образующих «тройку».

6.8. После окончания пуска «тройки» ПГИ, боец I класса должен выключить ПДУ, извлечь ключ из замка ПДУ и доложить на КП об исполнении команды. Затем боец должен сделать записи в Журнале стрельб с указанием азимута, угла возвышения, номеров ПГИ и времени пуска.

6.9. При получении новой команды повторяются все операции по пунктам 6.2 – 6.8.

6.10. При интенсивном АВ, когда на ПУ остается мало заряженных ПГИ, радиооператор по взаимодействию с ПВ по согласованию с руководителем воздействия дает на ПВ команду «Дозарядить ПУ». Эту команду оперативно выполняет весь расчет и занимает исходные позиции для приема и выполнения команд.

7. После окончания воздействия с КП на ПВ подается команда «Разрядить ПУ».

Извлеченные ПГИ, по одной, следует отнести в склад и уложить на стеллажи. Затем следует снять все стопора с фиксаторов.

8. Затем следует доложить на КП о выполнении команды.

9. В рамках контроля готовности ПВ к проведению АВ уполномоченными лицами СОАВ осуществляются инспекции ПВ с целью:

- обеспечения контроля выполнения требований настоящих временных методических указаний, регламентирующих работу ракетной группы (далее – РГ) и ПВ;
- проверки правильности ведения учетно-отчетной документации;
- проверки качества выполнения требований техники безопасности и требований настоящих временных методических указаний;
- контроля санитарного состояния, бытовых условий, охраны труда, пожарной безопасности на ПВ, включая склады ПГИ;
- оказания практической помощи по всем вопросам организации противоградовых работ и эксплуатации ПУ;
- проверки производственной дисциплины на ПВ.

10. Инспекции могут быть полными или частичными. Командиры ВЧ (ВО), руководители РГ, инженеры РГ проводят проверку по полной программе независимо от того, проводится проверка по графику или по отдельному заданию. Заместители руководителя СОАВ и начальники отделов СОАВ, как правило, проводят частичные проверки.

11. Графики инспекций составляются с таким расчетом, чтобы проверки проводились:

- специалистами РГ - не реже двух раз за противоградовый сезон (перед началом и в процессе проведения противоградовых работ);
- командиром ВЧ (ВО) - один раз в квартал все ПВ своей ВЧ (ВО);
- старшими инженерами - руководителями РГ, инженерами РГ и группы связи ВЧ (ВО) - один раз в квартал все ПВ ВЧ (ВО).

12. Инспектирующие лица записывают результаты инспекции ПВ в соответствующий раздел Журнала инспекций и проверок (согласно пункту 5.3 настоящего приложения).

13. Заместитель руководителя СОАВ, начальник РГ записывают замечания в «Журнал инспекций и проверок», проводят разбор замечаний, дают задание на устранение замечаний и указывают сроки их устранения. Руководитель РГ, инженер связи ВЧ (ВО), инженер РГ после инспекции проводят разбор результатов проверки на ПВ, а командир ВЧ (ВО) докладывает лицу, проводившему инспекцию, об устранении недостатков.

14. Результаты инспекции ПВ, проведенные перед началом сезона ПГЗ, заносятся в акт о результатах проверки готовности ПВ к работе. Форма указанного акта приведена на рисунке 1 настоящего приложения.

УТВЕРЖДАЮ	
Руководитель СОАВ _____	
Подпись, инициалы, фамилия	
« _____ » _____ 20 ____ г.	
Акт № _____ о результатах проверки готовности ПВ к работе	
Основание: приказ руководителя СОАВ № _____ от _____ 20 ____ г. Комиссией в составе: председателя _____, членов комиссии: _____ в период с _____ по _____ 20 ____ г. проверен ПВ № ____ ВЧ (ВО) с целью определения степени готовности ПВ к работам по АВ. В результате проверки установлено следующее:	
1. Личный состав ПВ № _____, степень подготовки бойцов слаженность и взаимозаменяемость номеров расчета _____. Обнаружены следующие недостатки в подготовке бойцов и навыков подготовки к АВ ПУ, ПГИ и средств связи _____. 2. Наличие и техническое состояние технических средств _____. 3. Наличие и состояние имущества ПВ _____. 4. Состояние хранилищ САВ, ограждения ПВ _____. 5. Наличие и состояние освещения _____. 6. Состояние средств связи, качество закрепления радиомачты _____. 7. Наличие документации, технического паспорта ПВ _____. 8. Точность ориентирования и горизонтирования ПУ _____. 9. Бытовые условия на ПВ, противопожарные мероприятия _____. 10. Навыки выполнения операций по АВ _____. Рекомендации: _____. Обнаруженные недостатки устранить в срок до _____.	
Председатель	_____ личная подпись инициалы, фамилия
Члены комиссии:	_____ личная подпись инициалы, фамилия

Рисунок 1. Форма акта о результатах проверки готовности ПВ к работе

Приложение № 10
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

1. Режим работ и порядок их выполнения

Работа по АВ осуществляется с помощью АСУ в трех режимах:

- 1) дежурство;
- 2) воздействие;
- 3) документирование.

1.1. Работа в режиме «Дежурство» осуществляется по «Готовности № 3» (см. пункт 5 приложения № 9 к настоящим временным методическим указаниям) круглосуточно в течение всего сезона ПГЗ в следующем порядке:

Дежурная смена по воздействию на КП, заступив на дежурство:

- 1) вводит в АСУ коррекцию количества ПГИ на ПВ с учетом их пополнения или вывоза с ПВ;
- 2) принимает прогноз погоды, и по данным радиозондирования атмосферы вводит в программу АСУ необходимую информацию;
- 3) направляет в ЗЦ ЕС ОрВД предварительный запрос о возможности проведения АВ, и согласно ему активируются (деактивируются) «Зоны ограничения полетов». Уведомление ЗЦ ЕС ОрВД о необходимости проведения работ осуществляется по прямому телефонному каналу;
- 4) осуществляет круглосуточное радиолокационное наблюдение за развитием ГП, обеспечивает обнаружение и распознавание ОВ;
- 5) осуществляет радиосвязь с ПВ по установленному руководителем АВ расписанию;
- 6) по указанию руководителя АВ передает на ПВ команду «Готовность № 2» (см. пункт 5 приложения № 9 к настоящим временным методическим указаниям) и подает заявку в ЗЦ ЕС ОрВД о непосредственном начале противоградовых стрельб с указанием времени их начала и ожидаемого окончания;
- 7) получив разрешение ЗЦ ЕС ОрВД, сообщает об этом руководителю АВ.

1.2. Работа в режиме «Воздействие» осуществляется всей дежурной сменой при наличии ОВ, угрожающих ЗТ:

а) Руководитель АВ занимает рабочее место у компьютера АСУ, принимает решение о проведении АВ и дает указания:

- 1) запросить разрешение ЗЦ ЕС ОрВД на проведение АВ;
- 2) привести ПВ в «Готовность № 1» (см. пункт 5 приложения № 9 к настоящим временным методическим указаниям);
- 3) перевести МРЛ (ДМРЛ) на автономное электропитание (от дизеля);
- 4) персоналу КП занять свои места и приготовиться к проведению АВ.

Решение об АВ принимает руководитель АВ с учетом:

- а) категории ОВ;
- б) местоположения и направления перемещения ОВ (вторжение на ЗТ, удаление или перемещение вдоль границы ЗТ);
- в) типа ГП (одноточечный, упорядоченный или неупорядоченный многоточечный, суперточечный, переходного типа), в зависимости от чего оценивается возможность распространения процесса градообразования на ЗТ и выбирается стратегия АВ.

Руководитель АВ выполняет операции по АВ и выдает команды на пуск ПГИ, осуществляет руководство работой дежурных смен КП и ПВ.

б) Радиооператор по взаимодействию с ЗЦ ЕС ОрВД:

- 1) по указанию руководителя АВ запрашивает разрешение на проведение противоградовых стрельб той или иной «Зоной ограничения полетов» (группой ПВ);
- 2) поддерживает радиосвязь с ЗЦ ЕС ОрВД в период проведения АВ;
- 3) сообщает руководителю АВ о разрешении (запрете) ЗЦ ЕС ОрВД на проведение стрельб, а также обо всех изменениях в активации «Зон ограничения полетов» (групп ПВ);
- 4) сообщает в ЗЦ ЕС ОрВД об окончании АВ и отказе от активации «Зон ограничения полетов» (групп ПВ);
- 5) регистрирует все переговоры с ЗЦ ЕС ОрВД, а также разрешения и запреты в таблице взаимодействия по форме таблицы 1 настоящего приложения.

Таблица 1. Взаимодействие с ЗЦ ЕС ОрВД при АВ №__ от «__» ____ 202_г.

Время, ч:мин	Сведения о разрешении (запрете) по секторам взаимодействия									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14:00	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
14:30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15:50	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
16:20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Примечания: 1. Знак «+» означает, что пуск ПГИ в данном секторе разрешен 2. Знак «—» означает, что пуск ПГИ в данном секторе запрещен										
Дежурный радиооператор по взаимодействию с ЗЦ ЕС ОрВД										
_____ Подпись, инициалы и фамилия										

в) Радиооператор по взаимодействию с ПВ осуществляет:

- 1) радиоперекличку всех ПВ, сверку часов по системному времени, установленному в АСУ;
- 2) по указанию руководителя АВ дает команды «Готовность № 1»;
- 3) принимает доклады о готовности ПВ к АВ и дает установку «Приготовиться к приему команд»;
- 4) передает на ПВ команды на пуск ПГИ и после их повтора бойцом ПВ, убедившись в правильности приема, дает команду «Огонь» (действия бойцов ПВ приводятся в приложении № 9 к настоящим временным методическим указаниям);
- 5) контролирует и записывает время выполнения команд;
- 6) регистрирует сообщения ПВ о явлениях погоды;
- 7) по окончании АВ дает команду ПВ «Отбой. Готовность № 2».

Персонал, обслуживающий средства радиолокации и связи, в период АВ дежурит в зале воздействия, контролирует функционирование технических средств и оперативно устраняет возникшие неполадки.

1.3. Работа в режиме «Документирование»

1.3.1. Документирование материалов АВ осуществляется с целью последующего анализа процесса АВ, накопления опыта для повышения квалификации персонала по АВ, а также для проведения научных исследований.

1.3.2. Документирование материалов АВ предусматривает запись на диск компьютера АСУ:

- 1) всех файлов радиолокационного обзора пространства;
- 2) фрагментов засева ОВ, содержащих их двухуровневое сечение, границу площадки засева, траектории внесенных в нее ПГИ, дату, время,

четырёхзначный идентификационный код радиолокационного центра и наименование СОАВ;

3) таблиц стрельб (номер ПВ, дата, время пуска ПГИ, азимут, количество пущенных ПГИ);

4) таблиц взаимодействия с ЗЦ ЕС ОрВД при АВ;

5) радиолокационных карт кинетической энергии градовых осадков;

6) радиолокационных карт степени повреждения превалирующих на ЗТ сельскохозяйственных культур (при наличии информации об экспликации земель на ЗТ);

7) прогноза погоды.

1.3.3. Документирование материалов по подпунктам 1 – 4 пункта 1.3.2 настоящего приложения должно обеспечиваться в АСУ автоматически в процессе работы в режимах «Дежурство» и «Воздействие».

1.3.4. Подготовка карты по подпунктам 5 и 6 пункта 1.3.2 настоящего приложения проводится после окончания АВ с помощью программы АСУ.

2. Порядок проведения радиолокационных наблюдений и распознавания ОБ

2.1. Радиолокационные наблюдения за развитием облачности, градовых и градоопасных облаков в период сезона ПГЗ проводятся с помощью АСУ круглосуточно по следующему регламенту:

– при отсутствии облачности или наличии слоистообразной облачности – через один час;

– при наличии конвективной облачности – непрерывно.

В целях экономии электроэнергии допускается, что дежурные наблюдения проводит один из соседних КП СОАВ и при развитии градоопасной облачности на ЗТ оповещает об этом другие КП СОАВ.

2.2. Дежурная смена на КП ежедневно должна принимать прогнозы погоды и устанавливать в программе АСУ данные радиозондирования атмосферы в ближайшие сроки:

а) высоту изотермы 0°C H_0 , км;

б) высоту изотермы минус 6°C H_{-6} , км;

в) высоту тропопаузы для целей штормоповещения $H_{\text{тр}}$, км;

г) скорость ведущего потока V , км/ч;

д) направление ведущего потока A , градус, откуда движется ведущий поток;

е) высоту нижнего уровня двухуровневого сечения $H_1 = 2,5 \pm 0,5$ км;

ж) высоту засева облаков $H_2 = (H_0 + 1)$ км, варьирующуюся от 3 до 6 км и используемую в АСУ по умолчанию при расчете координат пуска ПГИ.

2.3. Все циклы объемного обзора пространства записываются на жесткий диск независимо от режима наблюдений.

2.4. Анализ и оценку степени градоопасности облаков осуществляют в следующем порядке:

а) выбирают карту двухуровневого сечения или карту категорий ОБ;

- б) выбирают удобный масштаб отображения облачности;
- в) в каждом цикле обзора измеряют и сохраняют параметры наиболее мощных конвективных ячеек (далее – КЯ), нумеруя их в первом обзоре с запада на восток, с севера на юг, а в дальнейшем – в хронологическом порядке их зарождения;
- г) определяют категорию ОВ;
- д) определяют направление и скорость перемещения ОВ;
- е) определяют тип ГП в соответствии с приложением № 14 к настоящим временным методическим указаниям;
- ж) проводят анализ особенностей пространственного строения КЯ по серии вертикальных сечений в разных направлениях, обратив особое внимание на наличие и направление навеса радиоэха КЯ, его высоту и протяженность;
- з) проводят анализ закономерностей эволюции облачной системы, обратив особое внимание на место появления и диссипации КЯ путем просмотра анимации карты явлений погоды или карты воздействия по нескольким циклам обзора.

2.5. Распознавание градовых и градоопасных облаков, и оценка степени их градоопасности осуществляются радиолокационными методами. При этом используются показатели градоопасности, а степень градоопасности облаков определяется категорией ОВ.

Навес радиоэха выделяет по двухуровневому сечению КЯ как площадь повышенного радиоэха на уровне H_2 (подпункт «ж» пункта 2.2 настоящего приложения), выступающую за пределы повышенного радиоэха на уровне H_1 (подпункт «е» пункта 2.2 настоящего приложения). В зависимости от стадии развития КЯ за область повышенного радиоэха принимают области радиоэха с Z_{25} , Z_{35} и Z_{45} , dBZ. Не следует принимать за навес радиоэха наклон облака и наковальню, направленные на подветренный фланг.

2.6. АВ проводится на градовые и градоопасные облака, имеющие тенденцию развития и перерастания в градовое состояние, именуемые в дальнейшем ОВ.

2.7. Распознавание ОВ различных категорий осуществляется по критериям градоопасности одномерных, двумерных и трехмерных параметров, характеризующим повышенное водосодержание переохлажденной части КЯ и наличие условия для зарождения и роста града. Учет изменения во времени значений параметров (скорости прироста или убывания параметров) характеризует тенденцию развития ОВ и возможность их перерастания в другие категории градоопасности.

2.8. ОВ независимо от типа ГП делятся на 4 категории по критериям градоопасности. Критерии градоопасности ОВ различных категорий определены в таблице 2.

Таблица 2. Критерии распознавания ОВ различных категорий

Категория ОВ	Критерии градоопасности					
	$0 < \Delta H_{Z_m} < 5$	$15 < Z_m < 45$	$\Delta q_m \geq 0,5$	$\Delta M_{25} > 10^3$	$d\Delta q_m/dt > 0,2$	$d\Delta M_{25} > 0$
I	$\Delta H_{35} > 3$	$Z_m \geq 45$	$\Delta q_m \geq 2$	$\Delta M_{35} > 2 \cdot 10^4$	$d\Delta q_m/dt > 0,2$	$d\Delta M_{35} > 0$
II	$\Delta H_{45} \geq 3$	$Z_m \geq 55$	$\Delta q_m > 8$	$\Delta M_{45} > 2 \cdot 10^4$	-	-
III	$\Delta H_{45} > 4$	$Z_m > 65$	$\Delta q_m > 16$	$\Delta M_{55} > 2 \cdot 10^5$	-	-
IV						

В таблице использованы следующие обозначения параметров и их размерности:

ΔH_{Z_m} , км – высота максимума радиоэха над уровнем изотермы 0°C H_0 ;

Z_m , dBZ – максимальная отражаемость ОВ на длине волны $\lambda = 10$ см;

ΔH_{25} , ΔH_{35} и ΔH_{45} , км – превышение над уровнем H_0 высот верхней границы объемов радиоэха с $Z_{10} = 25, 35$ и 45 dBZ, соответственно;

Δq_m , кг/м² – максимальное значение приведенной водности выше уровня H_0 ;

ΔM_{25} , ΔM_{35} , ΔM_{45} и ΔM_{55} , т – интегральная водность объемов радиоэха выше уровня H_0 с $Z_{10} = 25, 35, 45$ и 55 dBZ, соответственно;

$d\Delta q_m/dt$, кг/м²*мин – скорость прироста приведенной водности КЯ выше уровня H_0 ;

dM_{25}/dt и dM_{35}/dt , т/мин – скорость прироста во времени интегральной водности объемов радиоэха выше уровня H_0 с $Z_{10} = 25$ и 35 dBZ, соответственно.

2.8.1. ОВ I категории – новая потенциально градоопасная КЯ с максимумом радиоэха в слое от 0 до 5 км над уровнем изотермы 0°C , имеющая тенденцию развития со скоростями прироста параметров:

$$dZ_m/dt > 1 \text{ dBZ/мин}, dH_{25}/dt > 0,1 \text{ км/мин}, d\Delta q_m/dt > 0,2 \text{ кг/м}^2\text{мин}, d\Delta M_{25} > 0.$$

2.8.2. ОВ II категории – градоопасная КЯ, имеющая тенденцию развития со скоростями прироста параметров:

$$dZ_m/dt > 0,5 \text{ dBZ/мин}, dH_{35}/dt > 0,1 \text{ км/мин}, d\Delta q_m/dt > 0,2 \text{ кг/м}^2\text{мин}, d\Delta M_{25} > 0.$$

2.8.3. ОВ III категории – градовая КЯ, из которой по радиолокационным данным выпадает град, а ее параметры имеют тенденцию роста или сохранения во времени.

2.8.4. ОВ IV категории: сверхмощная градовая КЯ, из которой по радиолокационным данным выпадает град катастрофической интенсивности.

2.9. Под тенденцией развития ОВ следует понимать увеличение во времени значений его максимальной отражаемости, высоты повышенного радиоэха, приведенной и интегральной водности переохлажденного слоя ОВ, а под тенденцией диссипации – уменьшение их значений.

2.10. Расчет категорий ОВ должен быть реализован в программном обеспечении АСУ и осуществляться в автоматическом режиме при измерении параметров облаков по критериям, приведенным в таблице 2 настоящего приложения.

3. Порядок выполнения противогорадовых операций

3.1. Засев ОВ любой категории осуществляется в областях нового роста, преимущественно в области нависающего радиоэха, где проходит формирование условий зарождения града.

3.2. Засев ОВ любой категории при любом типе ГП осуществляется на уровне температуры минус $6 \pm 3^\circ\text{C}$, соответствующей порогу кристаллизующего действия применяемого реагента и максимумам скоростей роста, размножения и агрегации кристаллов. В случаях, когда нижняя граница нависающего или первого радиоэха превышает высоту изотермы минус 6°C на 1 км и более, засев осуществляется на уровне нижней границы нависающего радиоэха, ограниченном изолинией Z_{10} , равной:

- 15 dBZ в ОВ I категории;
- 25 dBZ в ОВ II категории;
- 35 dBZ в ОВ III и IV категории.

3.3. Кратность засева зависит от категории ОВ: ОВ I категории засеваются однократно, ОВ II категории – двукратно, ОВ III и IV категории – трех и четырехкратно.

3.4. Порядок засева ОВ всех категорий унифицирован и включает следующую последовательность операций:

1) Радиолокационный обзор пространства и получение двухуровневых сечений радиоэха («карта воздействия»).

2) Измерение параметров ОВ, определение их категорий, направления и скорости перемещения.

3) Определение направления навеса радиоэха, и локализация места засева на двухуровневом сечении, с включённым режимом подавления мешающих отражений от местных предметов на фоне карты местности с позициями и радиусом действия ПВ, фиксируя курсором (на компьютере с АСУ) точки перегиба границ площадки засева, в соответствии со схемами, показанными на рисунках 1 – 4.

4) Введение упреждения на скорость перемещения ОВ.

5) Выбор режима засева (экономичный, нормальный, массированный).

6) Выбор ПВ, способных оптимально засеять ОВ, и выработка команд на засев, передача, выполнение команд на засев и их документирование.

Площадку засева следует выделять полностью, чтобы обеспечить расчет коэффициента полезного действия засева, наглядное отображение степени полноты засева площадки, и невозможности засева из-за особенностей ее расположения относительно позиций ПВ, запретных секторов.

Эта последовательность операций выполняется в каждом цикле радиолокационного обзора, соблюдая следующие правила:

– направление навеса радиоэха определяется на двухуровневом сечении по линии, соединяющей центры Z_{45} в зоне осадков H_1 и высоте

засева H_2 . В случаях, когда нет четко выраженного навеса радиозха, за его направление принимается направление перемещения ОВ;

– коррекция на перемещение ОВ осуществляется переносом области засева в направлении перемещения с учетом скорости перемещения ОВ и затрат времени на выполнение противоградовых операций (полуцикл обзора пространства, отображение двухуровневого сечения, выделение области засева, расчет, передача и исполнение команд на пуск ПГИ и полет ПГИ до зоны засева). Эти затраты времени в сумме составляют около 3 мин, половина которых занимает обзор полусферы выше уровня засева.

3.5. В системе управления противоградовыми операциями должны быть автоматизированы все 6 перечисленных в пункте 3.4 операций. Должно быть предусмотрено автоматическое построение двухуровневых сечений облачной системы, обеспечивающих наглядное представление ее ячейковой структуры, степени градоопасности КЯ и определение направления навеса радиозха. Это повышает оперативность выполнения операций по локализации места и объема засева даже в сложных многоячейковых ГП.

3.6. Определение направления навеса радиозха осуществляется по двухуровневому сечению радиозха ОВ, которое представляет собой карту максимума отражаемости облачного слоя от $(H_0 + 1)$ км до $(H_0 + 5)$ км, на фоне которого отображены изолинии $Z_{10} = 45, 55$ и 65 dBZ в слое осадков (обычно на высоте от 2 до 3 км в зависимости от орографии местности и высоты позиции МРЛ (ДМРЛ)). Максимальный навес радиозха, расположенный обычно в указанном слое, автоматически выделяется на карте максимума отражаемости (или приведенной водности) этого слоя.

3.7. Перед началом АВ запрашивается разрешение ЗЦ ЕС ОрВД и согласно ему активируются (деактивируются) «Зоны ограничения полетов».

3.8. Засев ОВ, угрожающих ЗТ, осуществляется дежурной сменой в любое время суток преимущественно в области нависающего радиозха и его наветренного фланга в порядке, указанном в пункте 4 настоящего приложения.

3.9. В случае применения автоматизированных ПУ засев проводится полными сериями ПГИ, вырабатываемыми автоматически, с учетом запретных секторов.

4. Порядок засева ОВ различных категорий

4.1. Порядок засева ОВ I категории

4.1.1. В ОВ I категории однократно засеивается область нависающего радиозха внутри изолинии $Z_{10} = 15$ dBZ (рисунок 1). Для этого необходимо:

а) измерить параметры ОВ и уточнить его категорию;

б) определить высоту засева. Для этого провести вертикальное сечение ОВ, проходящее через максимум его радиозха по направлению перемещения. Засев осуществляется на высоте изотермы минус 6°C . Если нижняя граница навеса радиозха расположена выше этого уровня, то засев осуществляется на уровне нижней границы радиозха с $Z = 15$ dBZ;

в) выделить границы площадки засева в соответствии с рисунком 1. Для этого на двухуровневом сечении выделить площадь, ограниченную изолинией $Z = 15 \text{ dBZ}$;

г) ввести упреждение на скорость перемещения ОВ;

д) выработать команду на засев и передать на ГПВ для исполнения;

е) в следующем цикле обзора измерить параметры ОВ. Если обнаружена тенденция развития ОВ, уточнить категорию ОВ и провести повторный засев, если нет тенденции развития – прекратить засев.

4.1.2. Время выработки, передачи и исполнения команды на засев ОВ I категории не должно превышать 1 мин.

4.1.3. В случае АВ на многоячейковые ГП в первую очередь следует засеивать ОВ I категории, а потом – более мощные ОВ.

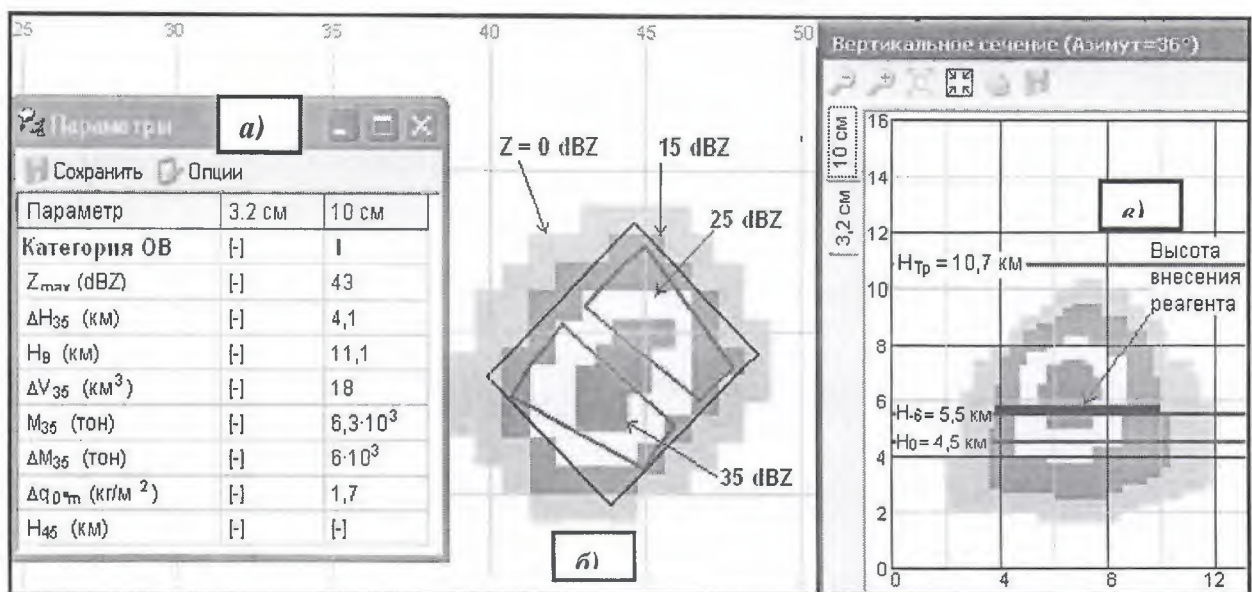


Рисунок 1. Схема засева ОВ I категории

а) параметры ОВ; б) схема засева на двухуровневом сечении ОВ; в) схема засева на вертикальном сечении ОВ

4.2. Порядок засева ОВ II категории

В ОВ II категории следует засеивать фронтальный и наветренный фланги нависающего радиоэха (рисунок 2) двукратно с интервалом от 6 до 7 мин (через один цикл обзора) на уровне изотермы минус 6°C . Если нижняя граница навеса радиоэха расположена выше этого уровня, то засев осуществляется на уровне нижней границы навеса радиоэха с $Z = 25 \text{ dBZ}$. Для этого необходимо:

а) измерить параметры ОВ, направление и скорость перемещения;

б) определить наличие навеса радиоэха и его направление;

в) определить высоту нижней границы навеса радиоэха по вертикальному сечению, проходящему через максимум радиоэха в направлении максимального выступа навеса;

- г) выделить площадку засева в области нависающего радиоэха ОВ, фиксируя ее границы по точкам перегиба:
- тыловую границу – по фронтальной границе изолинии $Z_{10}=35$ dBZ;
 - левую границу – параллельно направлению навеса радиоэха по касательной к левой границе изолинии $Z_{10} = 35$ dBZ;
 - правую границу – параллельно направлению навеса радиоэха по касательной к правой границе изолинии $Z_{10} = 15$ dBZ;
 - фронтальную границу – по фронтальной границе радиоэха.
- д) ввести упреждение на перемещение ОВ;
- е) определить режим нормального засева и выработать команды на засев с максимальным охватом выделенной площадки и особенно ее наветренного фланга;
- ж) передать команды на ПВ для исполнения;
- и) в следующем цикле обзора измерить параметры ОВ и с учетом тенденции его развития принять решение о продолжении засева:
- в случае увеличения Z_m и высоты изолинии $Z_{10} = 45$ dBZ повторить операции от «б» до «ж» в этом же цикле обзора;
 - если тенденции развития ОВ не обнаружено, то повторный засев выполнить через 1 цикл обзора.

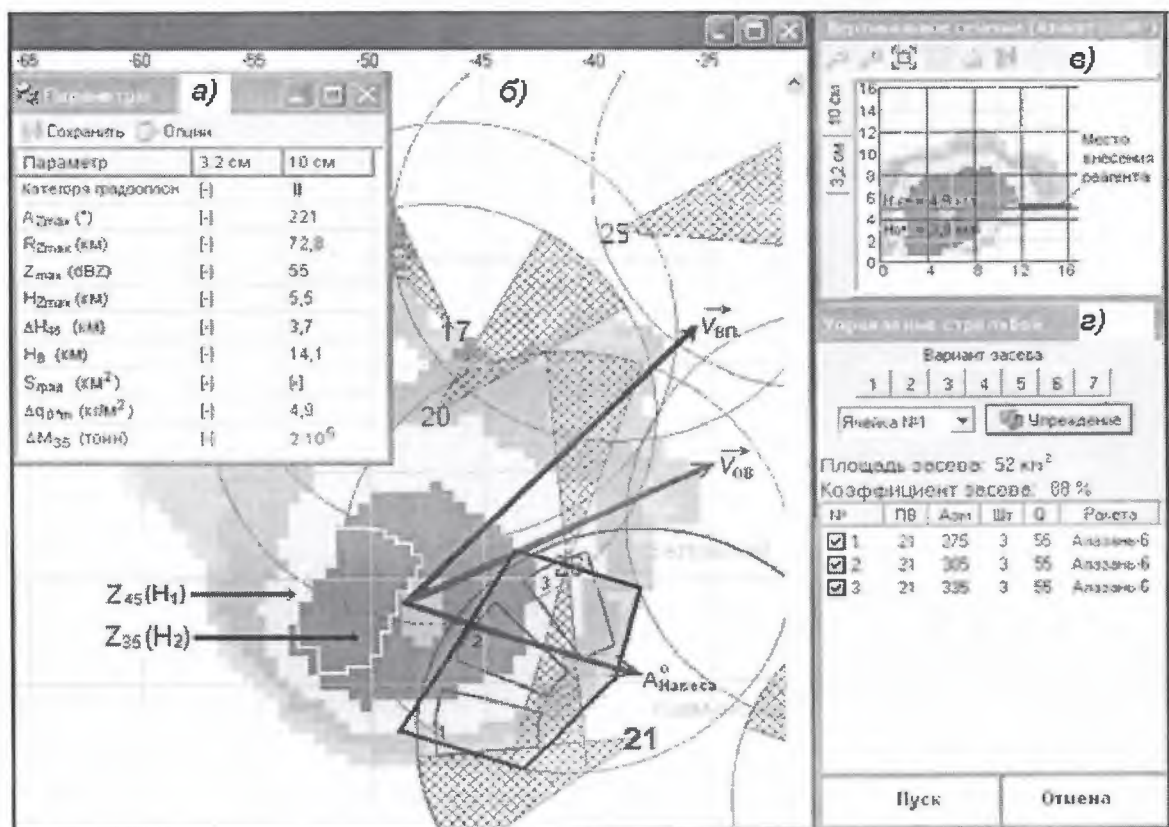


Рисунок 2. Схема засева ОВ II категории

а) параметры ОВ; б) схема засева на двухуровневом сечении ОВ; в) место засева на вертикальном сечении ОВ; г) команды на засев; $\vec{V}_{\text{пт}}$ – вектор ведущего потока; $\vec{V}_{\text{об}}$ – вектор перемещения ОВ; $A_{\text{навеса}}^0$ – направление навеса радиоэха

4.3. Порядок засева ОБ III и IV категории с правосторонним развитием

4.3.1. В ОБ III и IV категории с правосторонним развитием следует засевать области нового роста (области будущего градообразования), расположенные обычно на наветренном и правом флангах нависающего радиоэха и окружающих их фидерных облаках на уровне изотермы минус 6 °С (см. рисунок 3). Если нижняя граница навеса радиоэха расположена выше этого уровня, то засев проводится на уровне нижней границы навеса радиоэха с $Z=35$ dBZ.

4.3.2. Засев ОБ III и IV категории следует проводить в следующем порядке:

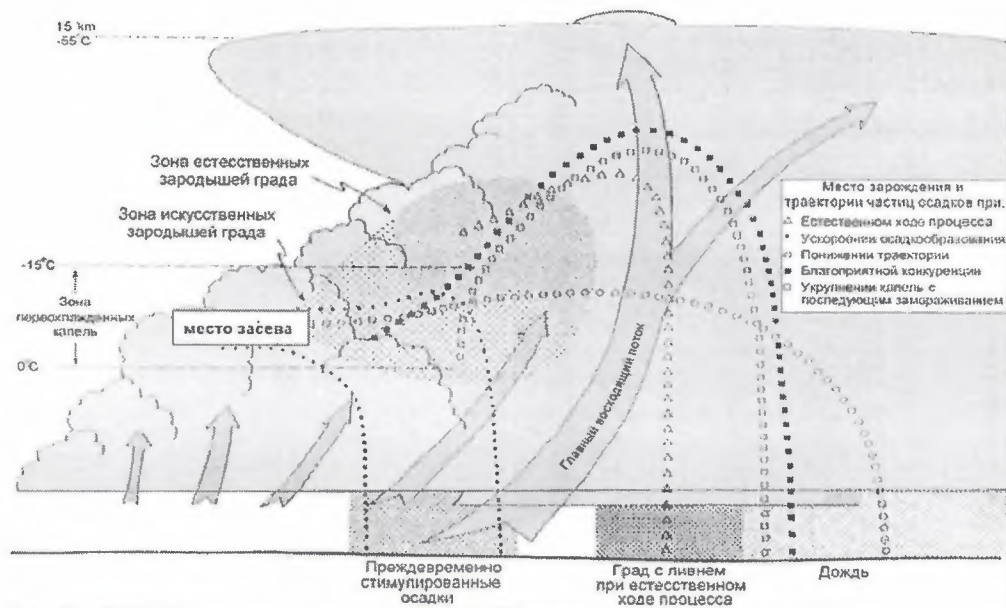


Рисунок 3. Строение сверхмощного градового облака

а) измерить параметры ОБ, направление и скорость перемещения и уточнить категорию ОБ;

б) определить направление навеса радиоэха и высоту нижней границы по вертикальному сечению, проходящему через максимум радиоэха в направлении максимального навеса;

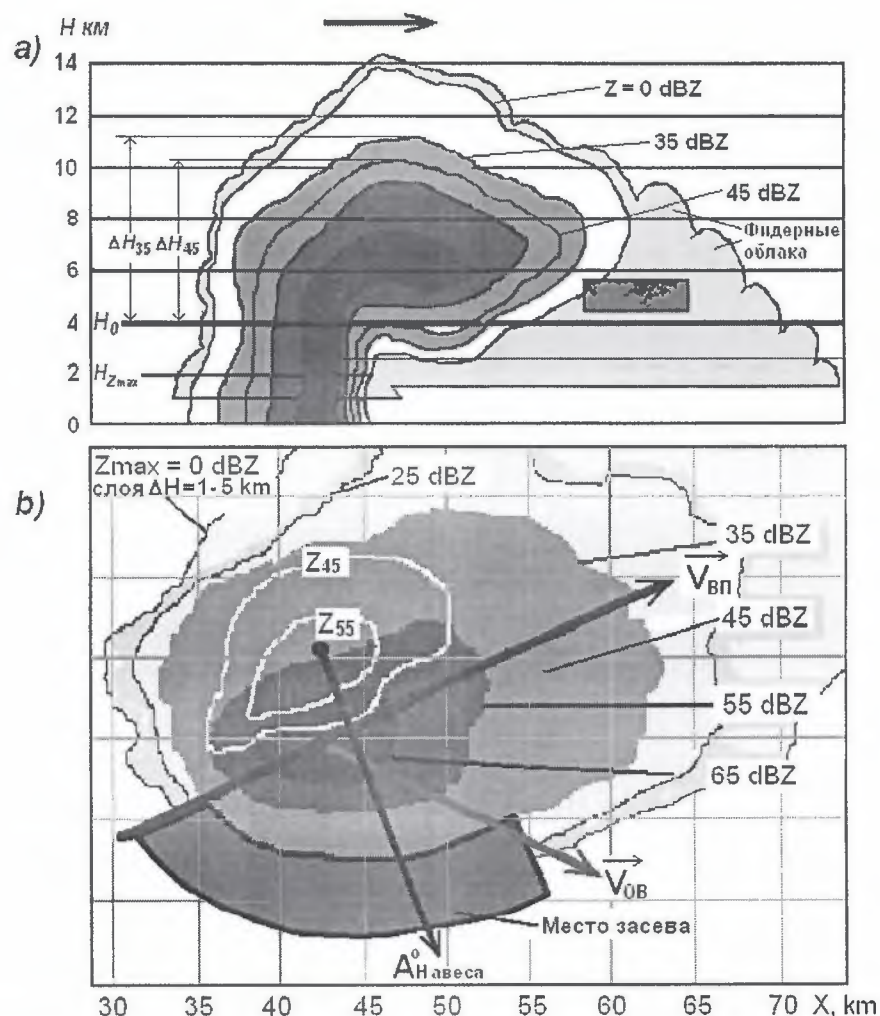
в) выделить контуры площадки засева, фиксируя ее границы по точкам перегиба, как показано на рисунке 4:

- тыловую границу – по фронтальной границе изолинии $Z_{10}=35$ dBZ;
- правую границу – параллельно направлению навеса радиоэха по касательной к правой границе изолинии $Z_{10} = 55$ dBZ;
- фронтальную границу – впереди фронтальной границы изолинии $Z_{10} = 0$ dBZ, расширенной по направлению навеса радиоэха на 5 км;
- левую границу – вдоль линии тыловой границы навеса радиоэха, начиная от изолинии $Z_{10} = 35$ dBZ, до границы радиоэха, расширенной навстречу вектору ведущего потока на 5 км;

- г) замкнуть контур площадки засева по периметру;
- д) ввести упреждение на перемещение ОБ;
- е) выработать команды на засев с максимальным охватом выделенной площадки и, в первую очередь, ее наветренного фланга;
- ж) передать команды на ПВ для исполнения;
- и) в следующем цикле обзора измерить параметры ОБ, уточнить категорию ОБ и при необходимости повторить операции от в) до ж).

4.3.3. ОБ III категории засеваются трехкратно с интервалом около 7 мин (т.е. через один цикл обзора), а близкие по мощности к ОБ IV категории, имеющие тенденцию развития – в каждом цикле обзора. Каждый засев проводится с повторением операций от «а» до «ж» пункта 4.3.2 настоящего приложения.

4.3.4. ОБ IV категории засеваются четырехкратно с интервалом около 3,5 мин (т.е., в каждом цикле обзора).



а) схема засева на вертикальном сечении ОБ; б) схема засева на двухуровневом сечении ОБ; $\vec{V}_{пт}$ – вектор ведущего потока; $\vec{V}_{ОВ}$ – вектор перемещения ОБ; $A^0_{навеса}$ – направление навеса радиоэха

Рисунок 4. Схема засева ОБ III и IV категории с правосторонним развитием

4.4. Порядок засева ОБ III и IV категории с левосторонним развитием

4.4.1. Выполнить операции от «а» до «ж» пункта 4.3.2 настоящего приложения со сдвигом площадки засева на левый наветренный фланг. Границы площадки засева выделить в соответствии с рисунком 5а:

- тыловую границу – по фронтальной границе $Z_{10} = 35 \text{ dBZ}$;
- правую границу – параллельно направлению навеса радиоэха по касательной к правой границе изолинии $Z_{10} = 55 \text{ dBZ}$;
- фронтальную границу – впереди фронтальной границы изолинии $Z_{10} = 0 \text{ dBZ}$, расширенной по направлению навеса радиоэха на 5 км;
- левую границу – вдоль линии тыловой границы навеса радиоэха, начиная от изолинии $Z_{10} = 35 \text{ dBZ}$ до границы радиоэха, расширенной навстречу вектору ведущего потока на 5 км.

4.4.2. Следует учесть, что при разделении мощных КЯ на две, КЯ, расположенная с левой стороны относительно направления перемещения КЯ, обычно имеет левостороннее развитие, а правая – правостороннее. Такое явление зачастую отмечается и в результате АВ.

5. Нормы расхода ПГИ (на примере «Алазань-6»)

5.1. Нормирование расхода ПГИ для засева ОБ осуществляется с расчетом, чтобы концентрация льдообразующих ядер в объеме засева через 3 мин была не менее 10^7 м^{-3} .

5.2. Для обеспечения этой концентрации при засеве ОБ IV категории и близких к ним по параметрам ОБ III категории повторные засевы осуществляются учащенной во времени и в пространстве дозировкой ПГИ типа «Алазань-6»:

- с интервалом времени между повторными засевами около 3,5 мин;
- с расстоянием между серединами трасс засева равным 0,5 км.

Для этого ПГИ «Алазань-6» должны пускаться веером по азимуту с шагом между тройками ПГИ в 5 градусов, как показано на рисунке 6а. В зависимости от размещения ПВ можно использовать схему засева, показанную на рисунке 6б. С учетом разброса траекторий ПГИ семейства «Алазань», пауз между их пусками и перемещения ОБ достаточно дублировать пуск троек ПГИ без перенаведения ПУ по азимуту.

В случае применения ПУ с веерным размещением направляющих в малонаселенной местности с небольшим числом запретных секторов целесообразно производить засев «тройками» ПГИ, а в густонаселенной местности с многочисленными запретными секторами – «тройками», «двойками» и одиночными пусками ПГИ.

5.3. В случае применения ПГИ, у которых выход активных льдообразующих ядер в несколько раз превышает выход льдообразующих ядер у ПГИ «Алазань-6», расстояние между серединами трасс засева может быть увеличено до 1 км. Интервалы времени между повторными засевами определяются пунктами 4.2 и 4.3 настоящего приложения.

5.4. Нормы расхода ПГИ на засев одного ОВ рассчитываются по формуле:

$$N_i = K_i \frac{S_i}{\sigma_i \gamma}, \quad (5.1)$$

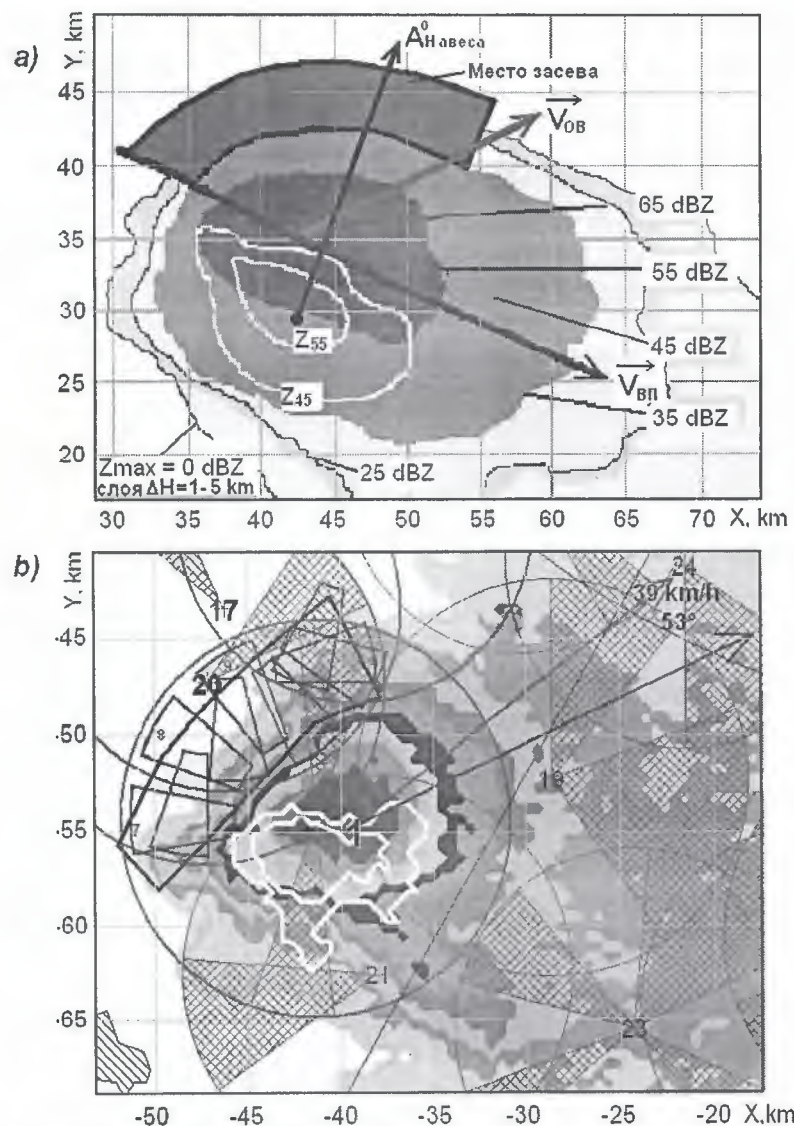
где N_i – число ПГИ, требуемых для засева ОВ i -й категории;

K_i – кратность засева ОВ i -й категории;

S_i – площадь проекции объема засева на горизонтальную плоскость, км²;

σ_i – площадь, засеваемая одним ПГИ;

γ – коэффициент эффективности использования трасс диспергирования реагента, равный в среднем 0,7.



а) схема засева ОВ с левосторонним развитием; б) фрагмент засева реального ОВ IV категории; $\vec{V}_{ПТ}$ – вектор ведущего потока; $\vec{V}_{ОВ}$ – вектор перемещения ОВ; $A^0_{навеса}$ – направление навеса радиозоха.

Рисунок 5. Схема засева ОВ III и IV категории с левосторонним развитием:

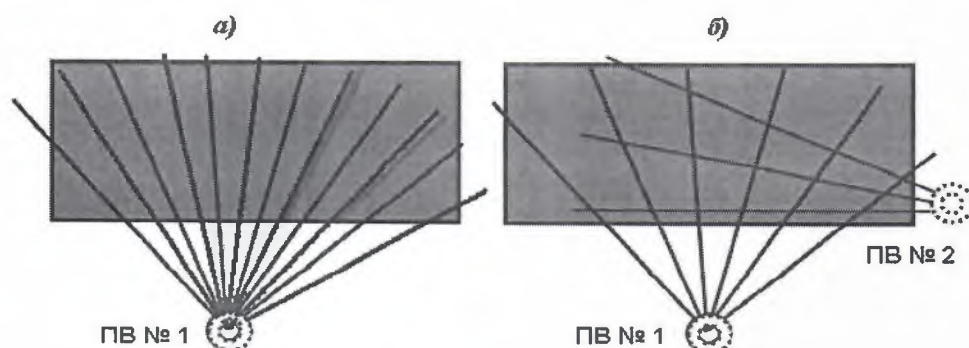


Рисунок 6. Схемы пуска ПГИ при засеве ОВ IV категории:

а) веерный засев; б) засев с перекрытием

5.5. Средние нормы расхода ПГИ на засев ОВ i -й категории приведены в таблице 3 и рассчитаны исходя из уточненных многолетних данных о площадях зон засева ОВ S_i , кратности засева ОВ различных категорий K_i , коэффициента использования трасс реагента γ , а также учета многолетних данных о расходе ПГИ на засев ОВ разных категорий.

Таблица 3. Средние нормы расхода ПГИ на засев ОВ различных категорий

Категория ОВ	Площадь горизонтального сечения зоны засева S_i , км ²			Крат- ность засева K_i	Средний расход ПГИ разного типа $\bar{N}_i$, шт.
	мини- мальная	макси- мальная	сред- няя		Алазань-6, Алазань-9
I	3	25	8	1	4
II	6	30	18	2	9
III	6	50	36	3	24
IV	25	200	80	4	76

5.6. Годовой расход ПГИ N_Σ рассчитывается по формуле:

$$N_\Sigma = G \sum_{i=1}^4 \bar{n}_i \bar{N}_i, \quad (5.2)$$

где G – коэффициент градоопасности года ПГЗ, который варьируется от 0,3 до 3,0;

$\bar{n}_i$ – среднегодовое число засеваемых ОВ i -й категории.

5.7. Среднегодовая норма расхода ПГИ рассчитывается при $G = 1$. В годы повышенной градоопасности расход ПГИ увеличится в G раз, а в годы пониженной градоопасности – уменьшится в G раз.

6. Радиолокационный контроль результатов засева

6.1. В процессе засева ОВ осуществляется контроль эффективности засева по изменению во времени параметров и категорий засеянных ОВ, а также эволюции карты их двухуровневого сечения.

6.2. Оценку эффективности засева ОВ разных категорий осуществляют дифференцировано по признакам, характерным для каждой категории ОВ:

6.2.1. Засев ОВ I категории считается успешным и прекращается, если через два цикла обзора после однократного засева отмечается тенденция диссипации, выражающаяся в размывании радиоэха ОВ, уменьшении площади и высоты повышенного радиоэха до $\Delta H_{35} < 2$ км, уменьшении приведенной водности до $\Delta q_m \leq 0,5$ кг/м² и максимальной отражаемости до $Z_m < 35$ dBZ.

6.2.2. Засев ОВ II категории считается успешным и прекращается, если через два цикла обзора после двукратного засева отмечается тенденция диссипации, выражающаяся в уменьшении параметров ОВ до следующих критериальных значений:

$$Z_m < 45 \text{ dBZ}; \Delta H_{45} < 2 \text{ км}; \Delta q_m < 2 \text{ кг/м}^2; \Delta M_{35} < 10^4 \text{ т и } \Delta H_{Z_m} < 0.$$

6.2.3. Засев ОВ III и IV категорий считается успешным и прекращается при достижении через один цикл обзора после трех- и четырехкратного засева соответственно следующих эффектов:

а) исчезновение навеса радиоэха и характерной упорядоченной структуры радиоэха суперячейки или градообразующей ячейки многоячейкового ГП;

б) прекращение выпадения града, определяемое по исчезновению на двухуровневом сечении изолиний $Z_{10} = 65$ и $Z_{10} = 55$ dBZ, уменьшению площади внутри изолинии $Z_{10} = 45$ dBZ, а также исчезновению или уменьшению града на картах размера града (d_m) и потока кинетической энергии града ($\dot{E}$).

в) уменьшение параметров ОВ до критериальных значений:

$$\Delta H_{45} \leq 2 \text{ км}; Z_m < 55 \text{ dBZ}; \Delta q_m < 4 \text{ кг/м}^2; \Delta M_{55} = 0; \Delta M_{45} \leq 10^4 \text{ т}; \dot{E} \leq 0,1 \text{ Дж/м}^2\text{с}.$$

АВ на ОВ III и IV категории можно считать положительным, если достигнуто сокращение ширины полосы выпадения града, уменьшение размера и кинетической энергии града, снижение категории ОВ, разделение ОВ IV категории на два или несколько ОВ II и III категории.

6.3. Если указанные эффекты не достигнуты, или изменилась категория ОВ, то засев следует продолжить, уточнив категорию ОВ в соответствии со схемой засева ОВ установленной категории.

6.4. После завершения АВ следует построить с помощью АСУ карту кинетической энергии града за период наблюдения ГП и передать ее в группу наземного контроля (формируемую СОАВ) для оценки площадей выпадения и ущерба от града.

6.5. После окончания смены персоналом КП и ПВ осуществляется передача дежурства следующей смене с информированием о количестве ПГИ на ПВ и состоянии технических средств радиолокации, связи и ракетной техники, указав проблемы и недостатки, если они имеются.

Приложение № 11
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ПРИМЕНЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РАДИОЛОКАТОРА И АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

1. Для проведения наблюдений за грозоградовыми облаками используют современные автоматизированные метеорологические радиолокаторы (МРЛ (ДМРЛ)) с длиной волны 10 см, циклом радиолокационного обзора пространства не более 3,5 минут, позволяющие определять пространственную структуру полей облачности, направления и скорости перемещения облачных систем.

2. Автоматизированные МРЛ (ДМРЛ) являются незаменимым инструментом для обнаружения, распознавания типа градовых облаков и управления противоградовыми операциями.

3. Для корректного измерения параметров облаков, обеспечения надежного обнаружения града и измерения характеристик осадков необходимо обеспечить:

- высокую точность горизонтирования, ориентирования, градуировки измерительного тракта МРЛ (ДМРЛ), определения его метеорологического потенциала и автокалибровки в каждом цикле обзора;

- применение корректных алгоритмов первичной и вторичной обработки радиолокационной информации;

- учет уширения радиолуча, нарастающего с расстоянием, приводящего к уменьшению коэффициента заполнения радиолуча и занижению отражаемости облаков на больших удалениях;

- учет нарастающего с расстоянием удаления радиолуча от поверхности земли (из-за различия в их кривизне) и могущего привести к серьезным ошибкам при измерении высот облаков;

- учет ослабления радиоволн в волноводном тракте, ветрозащитном укрытии, атмосферных газах, облаках и осадках;

- исключение углов закрытия обзора местными предметами;

- учет аномальной рефракции радиоволн и др.

4. Позиция МРЛ (ДМРЛ) выбирается таким образом, чтобы обеспечивать беспрепятственный круговой радиолокационный обзор

облачности с минимальными углами закрытия, приводящими к потере информации и искажению мощности радиоэха при малых углах сканирования (от 0 до 6 градусов). В радиусе 500 метров от позиции МРЛ (ДМРЛ) должны отсутствовать высокие местные предметы, здания и сооружения. При невозможности выбрать такую позицию необходимо антенну МРЛ (ДМРЛ) установить на мачту, высота которой определяется с учетом высоты окружающих деревьев, леса, строений, чтобы исключить (минимизировать) углы и секторы закрытия.

5. Углы закрытия можно определить с помощью теодолита, который следует установить на высоте размещения антенны МРЛ (ДМРЛ). После тщательного горизонтирования теодолита следует измерить углы закрытия горизонта по всем азимутам через 1 градус, построить график углов закрытия, оценить наличие и высоту местников и высот зон радиотени.

6. Позиция МРЛ (ДМРЛ) должна исключать возможность возникновения электромагнитных помех от близких по частоте источников излучения. Вблизи выбираемой позиции не должно быть МРЛ (ДМРЛ) с близкой частотой передающих устройств. В случае, когда это неизбежно, следует синхронизировать работу передатчиков. Для оценки электромагнитной совместимости с работающими вблизи излучающими радиотехническими системами необходимо пройти экспертизу и получить разрешение Государственной комиссии по радиочастотам на использование частоты, которая оформляется на стадии выбора позиции.

7. Позиция МРЛ (ДМРЛ) должна обеспечивать безопасность от СВЧ-излучения обслуживающего персонала, близко расположенных объектов и населенных пунктов. Выбор позиции и необходимые меры безопасности следует производить в соответствии с действующими санитарными правилами. Антенну МРЛ (ДМРЛ) следует располагать таким образом, чтобы исключить облучение основным лепестком диаграммы направленности жилых и рабочих помещений. Удаление МРЛ (ДМРЛ) от них должно строго соответствовать границам санитарно-защитной зоны, определяемой расстоянием: $R_{pp} = (D_{Ant}^2 / (1,22 \cdot 2\lambda))$, где D_{Ant} – диаметр параболоида антенны; λ – длина волны. В случае невозможности выполнить эти требования следует принять меры по защите от воздействия СВЧ-излучения путем экранирования облучаемых объектов заземленными металлическими сетками, и (или) отключения передающих устройств в секторах облучения объектов, и (или) обозначения и ограждения зон с повышенным уровнем СВЧ-излучения.

8. При выборе позиции МРЛ (ДМРЛ) при прочих равных условиях руководствуются возможностью минимизации затрат на создание инфраструктуры и коммуникаций, включая строительство подъездных путей, линий электроснабжения от промышленной сети, каналов связи (телефон, УКВ-связь), водоснабжение и канализацию.

9. После выбора позиции следует с помощью GPS или ГЛОНАСС измерить ее географические координаты (долгота, широта) до десятых долей угловой минуты и высоту над уровнем моря с ошибкой не более 50 м.

10. МРЛ (ДМРЛ) как правило располагают на КП. При необходимости допускается расположение КП на удалении от МРЛ (ДМРЛ).

11. До начала сезона работ по АВ на КП проводятся:

- а) монтаж, горизонтирование и ориентирование МРЛ (ДМРЛ);
- б) монтаж АСУ, инсталляция программного обеспечения АСУ;
- в) градуировка, калибровка АСУ;

г) привязка АСУ к региональным условиям, включая: регистрацию маски местных предметов, создание цифровой карты местности с позициями КП и ПВ, площадь ЗТ, границы ЗТ.

12. Градуировка и калибровка АСУ осуществляется в соответствии с инструкцией по эксплуатации применяемой АСУ.

13. Горизонтирование и ориентирование МРЛ (ДМРЛ) проводится путем наведения антенны МРЛ (ДМРЛ) на точечную цель с известными координатами, либо на Солнце.

Современные АСУ обеспечивают наведение антенны МРЛ (ДМРЛ) на максимум радиотеплового излучения Солнца, расчет его угловых координат для заданной позиции и в заданное время. После наведения антенны МРЛ (ДМРЛ) на Солнце его азимут и угол возвышения устанавливаются с помощью соответствующих датчиков. Для этого следует ослабить крепление корпуса датчика, развернуть его до требуемого угла и вновь затянуть крепление корпуса датчика.

14. Градуировка измерительной системы МРЛ (ДМРЛ) предусматривает установку сквозной амплитудной характеристики измерительного тракта, включая приемные устройства МРЛ (ДМРЛ) и аппаратуру первичной обработки радиолокационных сигналов. Она осуществляется после регулировки и настройки приемо-передающих устройств МРЛ (ДМРЛ) в соответствии с инструкцией по эксплуатации применяемой АСУ с помощью генератора стандартных сигналов.

15. Калибровка МРЛ (ДМРЛ) предусматривает определение его константы (метеорологического потенциала) и может осуществляться следующими методами:

15.1. Инструментальный метод

Зачастую константу МРЛ (ДМРЛ) (C_λ , см³) рассчитывают по данным инструментальных измерений его параметров (таблица 1) по формуле:

$$C_\lambda = \frac{P_\tau G^2 \lambda^2 c \tau \theta^2}{P_0 4^5 \pi^2 \ln 2 \cdot 10^{0,1\zeta}}, \text{ см}^3 \quad (1)$$

или

$$10 \lg C_\lambda = 10 \lg P_\tau - 10 \lg P_0 + 20 \lg G + 20 \lg \lambda + 10 \lg \tau + 20 \lg \theta - \zeta + 66,32, \text{ dB} \quad (2)$$

где C_λ - константа МРЛ (ДМРЛ) на длине волны λ , см³; P_τ - импульсная мощность передатчика, Вт; G - коэффициент усиления антенны;

λ - длина волны, см; c - скорость света, см/с; τ - длительность импульса, с; θ - ширина диаграммы направленности излучения антенны на уровне половинной мощности, радиан; ζ - суммарные потери в волноводном тракте на прием и передачу, dB; P_0 - чувствительность приемника, Вт.

Недостатком инструментального метода определения константы МРЛ (ДМРЛ) является возможность ошибок, связанных с потерями в волноводном тракте, размещением облучателя не в фокусе зеркала, не согласованностью СВЧ элементов приемо-передающего тракта, которые в полевых условиях трудно контролировать.

Таблица 1. Параметры МРЛ-5 при $\tau = 2$ мкс, $F = 250$ Гц, без малого зеркала антенны и замене ЛБВ на малошумящие СВЧ усилители

Обозначение и размерность параметра	Значение для канала		Параметр	Значение параметра в dB	
	1-го	2-го		для 1-го канала	для 2-го канала
λ , см	3,13	10,15	$20\lg\lambda$	9,91	20,13
$P\tau$, кВт	150	500	$10\lg P\tau$	51,80	57,00
P_0 , Вт	$2,5 \cdot 10^{-14}$	$1,6 \cdot 10^{-14}$	$10\lg P_0$	-136,00	-139,00
τ , сек	$2 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$10\lg\tau$	-57,00	-57,00
G , dB	$1,1 \cdot 10^5$	$1,01 \cdot 10^4$	$20\lg G$	100,2	80,1
θ , градус	0,5	1,5	$20\lg\theta$	-41,13	-31,6
ζ , dB	6,0	5,0	ζ	6,0	5,0
C_λ , см ³	$1,02 \cdot 10^{26}$	$8,0 \cdot 10^{26}$	$10\lg C_\lambda$	260,1	269,0
Если в приемниках МРЛ-5 используются штатные СВЧ усилители на ЛБВ, то константы обычно не более: $10\lg C_{10} \approx 267$ dB; $10\lg C_{3,2} \approx 257$ dB.					

15.2. Метод стандартной мишени

Наиболее точное определение константы МРЛ (ДМРЛ) достигается при его калибровке по внешней цели - стандартной мишени, отражательная способность которой известна, а мощность радиоэха зависит от технических характеристик передатчика, приемника и антенно-волноводной системы. Такая калибровка осуществляется путем измерения наклонной дальности и мощности радиоэха мишени, поднимаемой на удалении от 2 до 5 км от МРЛ (ДМРЛ) до высоты от 0,5 до 1,0 км на шаре-пилоте, наполненном водородом или гелием.

В качестве стандартной мишени обычно используется полый алюминиевый шар радиусом $r = 15,25$ см, имеющийся в комплекте ЗИП МРЛ (ДМРЛ). Может использоваться также матерчатый надувной шар радиусом не менее 15,25 см, обклеенный алюминиевой фольгой. Расчет константы МРЛ по данным измерений радиоэха стандартной мишени осуществляется по формуле:

$$C_{\lambda i} = \frac{10^{0,1N} R^4 c \tau \theta^2}{3,54\sigma}, \text{ см}^3 \quad (3)$$

или

$$10\lg C_{\lambda i} = N + 40\lg R + 10\lg \tau + 20\lg \theta - 10\lg \sigma + 99,3, \text{ dB} \quad (4)$$

где N – мощность радиоэха мишени, усредненная по множеству измерений, dB; R – наклонная дальность мишени, см; $\sigma = \pi r^2$ – поперечное сечение обратного рассеяния сферической мишени радиуса r , см².

В случае калибровки по мишени, отпущенной в свободный полет, осуществляются непрерывные измерения R и N в режиме сопровождения мишени до исчезновения его радиоэха на уровне шумов. Строится кривая зависимости мощности радиоэха N от расстояния R , которая уменьшается пропорционально R^4 , и значение C_{λ} рассчитывается по формуле

$$10\lg C_{10} = N + 40\lg R - \text{const}, \text{ dB} \quad (5)$$

где значение N может быть взято на расстоянии, например, $R = 10^6$ см и $\text{const} = 17,92$ (при $r = 15,25$ см, $\theta = 1,5^\circ$ и длительности импульса $\tau = 2$ мкс).

Этот метод калибровки охватывает все параметры приемо-передающего тракта и антенной системы МРЛ (ДМРЛ) и является наиболее точным. Однако, несмотря на его преимущества, он не всегда применяется из-за проблем организации такой калибровки с приобретением мишени, шара-пилота, лебедки и средств связи.

15.3. Калибровка МРЛ (ДМРЛ) по осадкам

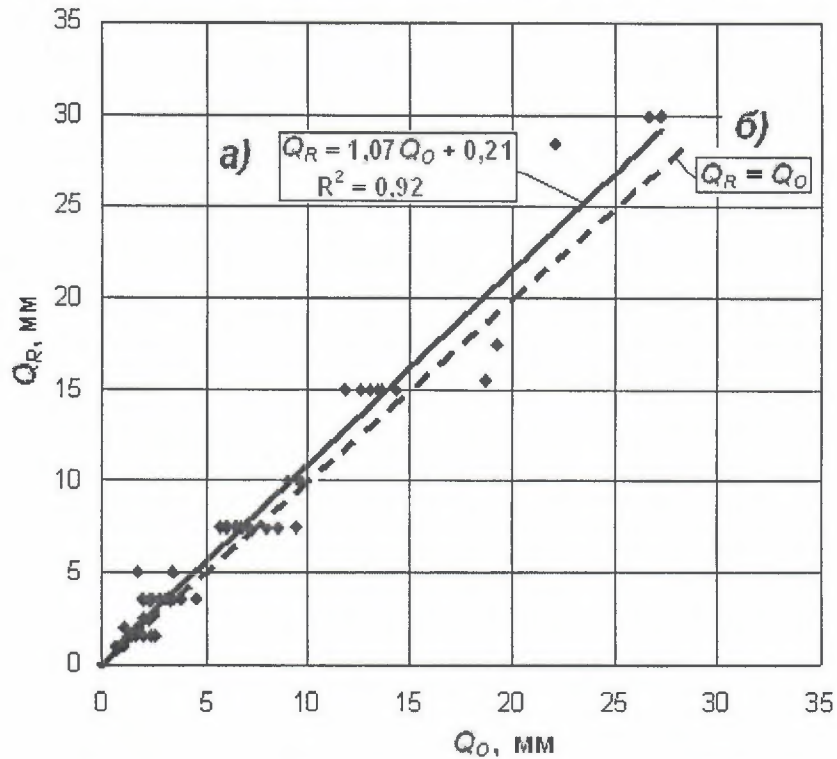
Одной из важнейших задач МРЛ (ДМРЛ) является измерение интенсивности и количества осадков, распознавание их видов и сопровождающих явлений погоды. Поэтому в качестве внешней цели для калибровки МРЛ (ДМРЛ) могут служить атмосферные осадки.

Для калибровки МРЛ (ДМРЛ) по осадкам в рамках программного обеспечения АСУ разработана программа автоматического сопоставления количества осадков, измеренных МРЛ (ДМРЛ), с количеством осадков, измеренных на сети метеостанций. Такие измерения следует проводить в радиусе не более 60 км, чтобы исключить влияние уширения и перелета луча, искажений вносимых линией таяния под уровнем изотермы 0°C , а также затуханием радиоволн в облаках, осадках и газах атмосферы. По данным этих измерений строится график (рисунок 1), на котором проводится линия тренда экспериментальных данных (сплошная линия), и линия биссектрисы (пунктир), обеспечивающей совпадение данных радиолокационных и наземных измерений. Поправка на константу МРЛ (ДМРЛ) рассчитывается по отклонению линии тренда от линии совпадения данных об осадках по формуле:

$$\Delta(10\lg C_{\lambda}) = \Delta Z = 16 (\lg Q_R - \lg Q_O), \quad (6)$$

где $\Delta(10\lg C_{\lambda})$ и ΔZ – величина поправки на значения константы МРЛ, необходимая для согласования количества осадков, полученных по радиолокационным и наземным измерениям, усредненным по достаточно большому количеству измерений в дождях разной интенсивности.

По данным рисунка 1 поправка на константу МРЛ-5 будет равна $\approx 0,5$ dB. Достоинством калибровки МРЛ по реальным осадкам является высокая точность, а неудобством - длительность набора статистических данных.



а) сплошная линия – линия тренда экспериментальных данных; б) линия согласования данных АСУ и плювиографов.

Рисунок 1. Количество осадков по данным АСУ Q_R и плювиографа Q_O

15.4. Калибровка МРЛ по Солнцу

Удобным для практического применения является метод калибровки МРЛ по радиотепловому излучению Солнца.

Солнце является мощным источником излучения в широком диапазоне радиоволн. Полное радиотепловое излучение Солнца в сантиметровом диапазоне волн состоит из постоянной компоненты радиоизлучения диска спокойного Солнца и медленно меняющейся в зависимости от солнечной активности S-компоненты, связанной с излучением хромосферных пятен и факелов. Кроме того, отмечаются кратковременные вспышки (длительностью от миллисекунд до 1 часа), связанные с излучением электронов высокой энергии в солнечной короне, которые могут многократно превышать постоянную и S-компоненту радиоизлучения Солнца.

Поток радиоизлучения спокойного Солнца ($F_{\oplus}$) зависит от частоты. В сантиметровом диапазоне волн ($f > 6000$ МГц) излучение исходит в основном из хромосферы и значение $F_{\oplus}$ приблизительно пропорционально f^2 , как у абсолютно чёрного тела с температурой от 6000 до 10000 °К. Плотность потока радиоизлучения спокойного Солнца в этом диапазоне частот может быть представлена выражением:

$$F_{\oplus} = 2,79 f^{1,748} \quad \text{при } 6000 < f < 400000 \text{ МГц},$$

где $F_{\oplus}$ измеряется в единицах $\text{sfu} = 10^{-22} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{Гц})$, а частота f в МГц.

Многолетние наблюдения показывают, что полное радиоизлучение Солнца на $\lambda = 10,7$ см варьируется в пределах $69 < F_{10,7} < 230 \text{ sfu}$ в зависимости от солнечной активности, имеющей 10 - 13 летний цикл, и имеет небольшие флуктуации, связанные с более кратковременными вариациями вращения Солнца с периодом приблизительно 30 дней. Плотность потока излучения Солнца зависит от числа солнечных пятен N_S . Зависимость $F_{10,7}$ от N_S может быть представлена в виде:

$$F_{10,7} = 67 + 0,572 N_S + (0,0575 N_S)^2 - (0,0209 N_S)^3 \text{ sfu}.$$

В течение многолетнего периода $F_{10,7}$ варьируется относительно среднего в пределах $\pm 2,5 \text{ dB}$.

В течение более короткого периода (от 1 до 2 лет) пределы вариации становятся еще меньше, в пределах не более $\pm 1,0 \text{ dB}$, но высокое разрешение во времени обнаруживает кратковременные выбросы значений $F_{10,7}$, связанные со вспышками солнечной активности, когда нельзя проводить калибровку МРЛ.

На других длинах волн поток излучения можно оценить по значениям $F_{10,7}$ по формуле:

$$F_f = (0,0002 F_{10} - 0,01)(f - 2800) + F_{10}, \quad (7)$$

а на $\lambda = 53$ см значение $F_{5,3}$ можно рассчитать по более точной формуле:

$$F_{5,3} = 0,71(F_{10,7} - 64) + 126. \quad (8)$$

С уменьшением длины волны плотность потока радиоизлучения повышается, но сокращаются пределы его вариации (таблица 2) в зависимости от солнечной активности.

Т а б л и ц а 2 – Пределы вариации и средние значения потока излучения на разных длинах волн

Длина волны, λ , см	Тип МРЛ	Пределы вариации потока радиоизлучения Солнца по многолетним данным		
		F , sfu	F , dB	$\bar{F}$, dB
3,12	«МРЛ-5» 1-й канал	253 ÷ 377	24,0 ÷ 25,8	24,7
5,3	«ДМРЛ-10»	138 ÷ 290	21,1 ÷ 24,6	22,7
10,17	«МРЛ-5» 2-й канал	79 ÷ 257	19,0 ÷ 24,1	21,2
10,7	ТРЛК «12А6»	69 ÷ 230	18,4 ÷ 23,6	20,6

При отсутствии облаков и осадков, сухом обтекатель антенны и углах визирования Солнца более 20 градусов потери на ослабление в газах атмосферы и обтекатель на длинах волн более 5,3 см не превышают 0,1 dB и мощность радиоизлучения Солнца равна:

$$10 \lg P_C = 10 \lg P_{\text{ш}} + 10 \lg \frac{F_C}{P_{\text{ш}}} = 10 \lg (P_{\text{ш}} + N_C) \text{ dB или } P_C = 10^{P_{\text{ш}} + N_C} \text{ Вт. (9)}$$

Константа МРЛ (ДМРЛ) по данным таких измерений рассчитывается по формуле:

$$10\lg C_{\lambda} = 10\lg C_{\oplus} + [N_C - (F_C - F_{C\oplus})], \quad (10)$$

где $10\lg C_{\oplus}$ – константа, соответствующая сигналу спокойного Солнца ($N_{C\oplus} = 0$ dB при $F_C = F_{C\oplus}$), принятая равной 267 dB; N_C – измеренное при калибровке превышение сигнала от Солнца над уровнем шумов приемного устройства $P_{ш}$, dB; F_C – плотность потока радиоизлучения Солнца в dB в день измерений; $F_{C\oplus}$ – плотность потока излучения спокойного Солнца в С диапазоне, равная 18,26 dB.

В системе АСУ предусмотрено:

- автоматическое вычисление координат Солнца с помощью встроенной астрономической программы;
- автоматическое наведение антенны МРЛ на Солнце;
- расчет ошибок ориентирования и горизонтирования МРЛ (ДМРЛ);
- измерение мощности шумов приемного устройства $P_{ш}$ (dB), сигнала от Солнца P_C (dB) и его превышения над уровнем шумов $N_C = F_C - P_{ш}$ (dB).

Значение F_C для нужной длины волны рассчитывается по формуле (7) по значениям $\lambda = 10,7$ см, полученным на сайте Доминионской Радиоастрофизической обсерватории.

Среднее значение превышения сигнала от Солнца над уровнем собственных шумов приемных устройств МРЛ (ДМРЛ) составляет около $N_C = 8,6 \pm 0,6$ dB, а константа МРЛ (ДМРЛ), размещенных на разных позициях, равна $10\lg C_M = 275,6 \pm 0,6$ dB.

Калибровку МРЛ (ДМРЛ) по Солнцу нельзя проводить в период всплеска радиоизлучения, которое для 10 см определяется по значению $N_C > 11$ dB. Рекомендуется переждать период таких всплесков, так как их длительность редко превышает 1 час.

Следует отметить, что ориентирование, горизонтирование и калибровка МРЛ (ДМРЛ) по Солнцу имеет неоспоримые преимущества так, как Солнце – единая цель для сетей МРЛ (ДМРЛ) России и других стран, имеющая известные координаты, одинаковый для всех позиций и известный сигнал. Поэтому калибровка МРЛ (ДМРЛ) по этой методике может быть стандартной процедурой, обеспечивающей сравнимость радиолокационных данных о количестве осадков и явлениях погоды, позволяющей исключить нестыковки данных.

16. Контроль стабильности показаний МРЛ (ДМРЛ) осуществляется по данным автокалибровки МРЛ (ДМРЛ) в каждом цикле обзора по совокупности реперных целей, выбираемых в разных азимутах и удалениях. Для этого после градуировки и калибровки МРЛ (ДМРЛ) записывается на АСУ файл местников и значение средней отражаемости совокупности местников, полученное на АСУ, это значение вносится в акт калибровки МРЛ (ДМРЛ) и в систему автоматического введения поправок на изменение потенциала МРЛ (ДМРЛ) в каждом цикле обзора.

17. Расчет радиолокационной отражаемости (Z , dBZ) в АСУ осуществляется автоматически по формулам:

$$Z_{3,2n} = 115,3 + N_{3,2n} + \Delta N_{3,2\text{авк}} + 2k_R + 2 \sum_{i=1}^{n-1} (k_\Gamma + k_o + k_{oc}) \Delta R + 20 \lg R_n - 10 \lg C_{3,2}; \quad (11)$$

$$Z_{10n} = 135,7 + N_{10n} + \Delta N_{10\text{авк}} + 2k_R + 2 \sum_{i=1}^{n-1} (k_\Gamma + k_o + k_{oc}) \Delta R + 20 \lg R_n - 10 \lg C_{10}, \quad (12)$$

где $Z_{3,2n}$ и Z_{10n} – радиолокационная отражаемость на длинах волн 3,2 и 10 см в n -м канале дальности, dBZ;

$N_{3,2n}$ и N_{10n} – мощность радиоэха на этих же длинах волн, dB;

$\Delta N_{3,2\text{авк}}$ и $\Delta N_{10\text{авк}}$ – поправки на изменение потенциала МРЛ (ДМРЛ) по данным автокалибровки (или измерениям на репер), dB;

k_R – ослабление в ветрозащитном укрытии антенны (Radom), dB;

k_Γ , k_o и k_{oc} – коэффициенты ослабления в газах атмосферы, облаках и осадках, соответственно, dB/км.

18. Ослабление в Radom (k_R) зависит от толщины пленки воды на его поверхности, являющейся функцией интенсивности осадков J над ним. По данным Государственных испытаний МРЛ-5:

– на $\lambda=10$ см ослабление в Radom не превышает 0,4 dB даже в осадках интенсивностью J более 50 мм/ч и может не учитываться;

– на $\lambda=3,2$ см расчет ослабления в Radom рассчитывается по формуле:

$$k_R = 0,042J + 0,74 \quad (13)$$

19. Ослабление в газах атмосферы k_r рассчитывается путем его суммирования на пути распространения радиолуча с учетом угла зондирования α и дальности R . Для углов обзора $\alpha \leq 18^\circ$ и $R \leq 200$ км расчет может осуществляться с ошибкой не более 0,2 dB по формулам:

$$\text{для } \lambda=3,2\text{см: } k_{3,2\Gamma} = 1,722 \left\{ \left(0,4 + 3,45e^{-\frac{\alpha}{1,8}} \right) \left(1 - e^{-R/[27,8+154e^{-\frac{\alpha}{2,2}}]} \right) \right\}; \quad (14)$$

$$\text{для } \lambda=10\text{см: } k_{10\Gamma} = \left\{ \left(0,4 + 3,45e^{-\frac{\alpha}{1,8}} \right) \left(1 - e^{-R/[27,8+154e^{-\frac{\alpha}{2,2}}]} \right) \right\} \quad (15)$$

20. Ослабление в облаках и осадках k_{oc} :

– на $\lambda=10$ см может не учитываться, так как даже в осадках интенсивностью 60 мм/ч протяженностью 40 км оно не превышает 1 dB;

– на $\lambda=3,2$ см рассчитывается по радиальному распределению значений Z_{10n} , либо $Z_{3,2n}$:

$$k_{3,2n} = 10^{0,063 Z_{10n} - 3,32} \text{ dB/км} \quad (16)$$

$$k_{3,2n} = 10^{0,062 Z_{3,2n} - 3,32} \text{ dB/км} \quad (17)$$

21. Расчет высот радиоэха метеочелей осуществляется с учетом «кривизны радиолуча» при нормальной рефракции, полуширины диаграммы направленности излучения, а также высоты стояния МРЛ (ДМРЛ) над уровнем моря $H_{\text{МРЛ}}$ (ДМРЛ), км:

$$\text{– высота над уровнем моря: } H = R \sin \alpha + 5,8 \cdot 10^{-5} R^2 + H_{\text{МРЛ}} \text{ (ДМРЛ)}; \quad (18)$$

$$\text{– высота верхней границы: } H_B = R \sin \alpha + 5,8 \cdot 10^{-5} R^2 - R \sin(\theta/2) + H_{\text{МРЛ}} \text{ (ДМРЛ)}; \quad (19)$$

$$\text{– высота нижней границы: } H_H = R \sin \alpha + 5,8 \cdot 10^{-5} R^2 + R \sin(\theta/2) + H_{\text{МРЛ}} \text{ (ДМРЛ)}; \quad (20)$$

где R – расстояние от МРЛ (ДМРЛ), км; α – вертикальный угол зондирования; $\theta/2$ – полуширина диаграммы направленности излучения антенны на уровне половинной мощности, град.

Приемлем 2-й вариант расчета высоты радиолуча с учетом его кривизны относительно поверхности земли по модели, согласно которой радиус Земли r_3 равен 6371,032 км, а эффективный радиус кривизны радиолуча $r_{33}=4/3r_3=8500$ км;

$$H = [R^2 + 7,225 \cdot 10^7 + 2R \cdot 8500 \cdot \sin \alpha]^{0,5} - 8500 + H_{\text{МРЛ (ДМРЛ)}}; \quad (21)$$

$$H_B = [R^2 + 7,225 \cdot 10^7 + 2R \cdot 8500 \cdot \sin \alpha]^{0,5} - 8500 - R \sin \theta / 2 + H_{\text{МРЛ (ДМРЛ)}}; \quad (22)$$

$$H_H = [R^2 + 7,225 \cdot 10^7 + 2R \cdot 8500 \cdot \sin \alpha]^{0,5} - 8500 + R \sin \theta / 2 + H_{\text{МРЛ (ДМРЛ)}}. \quad (23)$$

Расхождения в значениях высот, рассчитанных по обоим методам, не превышают 30 м в диапазоне H до 20 км и R до 200 км при всех углах зондирования α .

22. Расчет горизонтальной дальности метеоцелей R_G , км в стандартной атмосфере может выполняться также по двум вариантам:

$$- \text{ без учета кривизны радиолуча: } H_G = R \cos \alpha; \quad (24)$$

$$- \text{ с учетом кривизны радиолуча: } H_G^* = r_{33} \sin^{-1} \left(\frac{R \cos \theta}{r_3 + H} \right) \quad (25)$$

Учитывая, что разность $H_G - H_G^*$ в радиусе до 200 км и в слое высот от 0 до 20 км не превышает 300 м, в целях упрощения расчет R_G осуществляют по формуле (20).

23. Измерения радиолокационных параметров облаков осуществляются с помощью АСУ в точке курсора или в выделенном оператором объеме.

23.1. Для распознавания градовых облаков и ОБ и проведения противоградовых операций следует измерять (см. рисунок 2) следующие параметры:

- координаты максимума радиоэха A_m и R_m , км;
- максимальную отражаемость Z_m , dBz;
- высоты максимальной отражаемости H_{Z_m} , верхней границы радиоэха H_B , верхней границы изолиний отражаемости $H_{35}, H_{45}, H_{55}, H_{65}$, км;
- превышения высот над уровнем 0°C $\Delta H_{Z_m}, \Delta H_{35}, \Delta H_{45}, \Delta H_{55}, \Delta H_{65}$, км;
- объемы выделенной части облака с $Z_{10} > 35, 45, 55, 65$ dBZ выше уровня изотермы 0°C $\Delta V_{35}, \Delta V_{45}, \Delta V_{55}, \Delta V_{65}$, км³;
- максимальное значение приведенной водности (водозапаса) облака q_m , кг/м³;
- максимальное значение приведенной водности облачного слоя выше уровня изотермы 0°C Δq_m , кг/м²;
- интегральные водности облачного слоя выше уровня 0°C с $Z_{10} > 35, 45, 55, 65$ dBZ: $\Delta M_{35}, \Delta M_{45} \dots \Delta M_{65}$, т;
- площадь радиоэха $S_{\text{рад}}$, площадь выпадения дождя $S_{\text{дож}}$ и площадь выпадения града $S_{\text{град}}$, км².

23.2. Значения Z_m и ее координат A_m и R_m измеряются в точке абсолютного максимума радиоэха.

23.3. Все высоты (H_{Z_m} , H_B , H_{35} , H_{45} ...), а также превышения высот над уровнем 0°C (ΔH_{Z_m} , ΔH_B , ΔH_{35} , ΔH_{45} ...), измеряются в области максимума их значений.

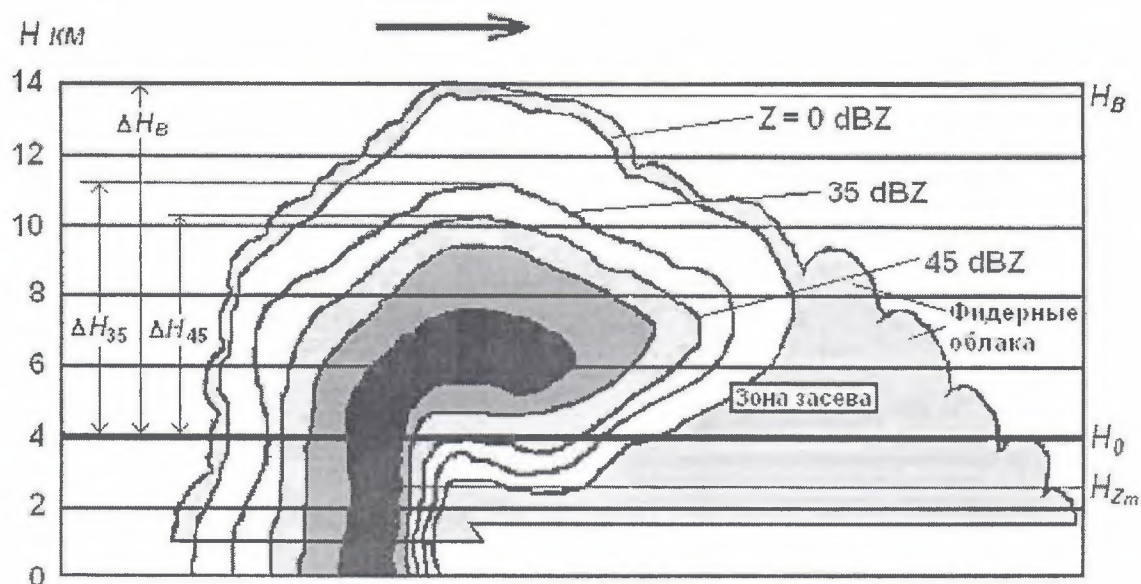


Рисунок 2. Схема измерения высот на вертикальном сечении градового облака

23.4. Расчет мгновенной скорости и направления перемещения ОБ выполняется по смещению центра масс интегрального водосодержания слоя облачности выше уровня 3 км за период между последовательными циклами обзора по формулам:

$$V = \frac{\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}}{\Delta t}, \quad (26)$$

$$A = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y}, \quad (27)$$

где ΔX и ΔY - смещение центра масс по осям X и Y ;

Δt - время между двумя последовательными циклами обзора.

23.5. Расчет средней скорости и направления перемещения ОБ осуществляется по аналогии за период между несколькими циклами обзора.

23.6. Измерение объемов ΔV_{35} , ΔV_{45} , ΔV_{55} , ΔV_{65} , а также приведенной водности q_m , Δq_m и интегральной водности ΔM_{35} , ΔM_{45} , ΔM_{55} и ΔM_{65} осуществляется путем выделения ОБ в рамку таким образом, чтобы внутри нее помещался изоконтур с $Z_{10}=25\text{dBZ}$.

23.7. Площадь радиоэха ($S_{\text{рад}}$, км^2) рассчитывается по карте максимальной отражаемости, а площади дождевых ($S_{\text{дож}}$, км^2) и градовых осадков ($S_{\text{град}}$, км^2) по карте максимальной отражаемости приземного слоя радиоэха протяженностью 2 км.

23.8. Оценка тенденции развития ОБ осуществляется по приращению (убыванию) значений Z_m , ΔH_{Z_i} , Δq_m и ΔM_{Z_i} в последующем цикле обзора по сравнению с предыдущим:

– при $dZ/dt > 0$, $dH_{Z_i}/dt > 0$ или $d\Delta q_m/dt > 0$, $dM_{Z_i}/dt > 0$ присваивается тенденция «Усиление»;

– при $dZ/dt < 0$, $dH_{zi}/dt < 0$ или $d\Delta q_m/dt < 0$, $dM_{zi}/dt < 0$ присваивается тенденция «Ослабление»;

– в других комбинациях значений dZ/dt , dH_{zi}/dt , $d\Delta q_m/dt$ и dM_{zi}/dt , считается, что «Развития нет».

24. Построение карт осадков осуществляется путем расчета характеристик осадков в каждой ячейке площади обзора, ограниченной протяженностью канала дальности, равной 0,5 км и шириной шага по азимуту, равной 1 градус.

24.1. Интенсивность осадков I , мм/ч теплого периода года в n -м канале дальности рассчитывается по алгоритму

$$lg I_n = \begin{cases} lg I_{нд} & \text{при } Z_n < 45 \\ (1 - k) \cdot lg I_{нд} + k \cdot lg I_{нГ} & \text{при } 45 \leq Z_n \leq 65 \\ lg I_{нГ} & \text{при } Z_n > 65 \end{cases} \quad (28)$$

где эмпирический коэффициент $k = (0,04 \cdot Z_n - 1,7)$ учитывает увеличение доли градовой фракции в смешанных осадках при $Z > 45 \text{ dBZ}$;

$I_{нд}$ и $I_{нГ}$ - дождевая и градовая составляющие смешанных осадков в n -ом канале дальности, рассчитываемые по формулам:

$$lg I_{нд} = 0,0624 \cdot Z_n - 1,432, \quad (29)$$

$$lg I_{нГ} = 0,065 \cdot Z_n - 2,28. \quad (30)$$

24.2 Расчет количества осадков Q_{nj} , мм в n -м канале дальности и j -м секторе азимута осуществляется по формуле:

$$Q_n = \sum_{m=1}^{\infty} I_{njm} \Delta t_m \quad (31)$$

где I_{njm} - интенсивность осадков в n -м канале дальности j -м секторе азимута и m -ом цикле обзора, рассчитанная по формулам (7.24 – 7.26);

m – число циклов обзора с осадками в n -м канале дальности и j -м секторе азимута;

Δt - период времени между циклами обзора.

25. Характеристики градовых осадков могут рассчитываться одноволновым и двухволновым методами по следующим формулам:

25.1. Максимальный размер града d_m , см;

– по одноволновому методу на $\lambda=10$ см:

$$d_{mn} = (0,2 \cdot Z_{10} - 10) \quad (32)$$

– по двухволновому методу

$$d_{mn} = 10^{0,027 Z_{10n} - 0,027 Z_{3,2n} + 0,076} \quad (33)$$

25.2. Плотность потока кинетической энергии града $\dot{E}$, Дж/м²с;

– по одноволновому методу на $\lambda=10$ см:

$$lg \dot{E}_n = 0,086 Z_{10n} - 5,25 \quad (34)$$

– по двухволновому методу:

$$lg \dot{E}_n = 0,025 Z_{3,2n} + 0,075 Z_{10n} - 5,87. \quad (35)$$

25.3. Значения $\dot{E}$ следует рассчитывать:

- при $H_0 < 2,0$ км в области $Z_n > 45$ dBZ;
 - при $2,0 \leq H_0 \leq 3,5$ км в области $Z_n > 50$ dBZ;
 - при $H_0 > 3,5$ км в области $Z_n > 55$ dBZ;
- 25.4. Кинетическая энергия града E , Дж/м²:

- по одноволновому методу на $\lambda=10$ см:

$$E_n = \sum_{m=1}^{\infty} 10^{(0,086Z_{10n}-5,25)} \Delta t_m \quad (36)$$

- по двухволновому методу:

$$E_n = \sum_{m=1}^{\infty} 10^{(0,025Z_{3,2n}+0,075Z_{10n}-5,87)} \Delta t_m \quad (37)$$

25.5. Степень повреждения сельхозкультур от градобитий K , % рассчитывается по корреляционным связям между кинетической энергией града и повреждаемостью разных видов сельхозкультур:

$$\text{– пшеницы: } K_{\text{пш}} = (56 \lg E - 58); \quad (38)$$

$$\text{– кукурузы: } K_K = (66 \lg E - 90); \quad (39)$$

$$\text{– винограда: } K_{\text{вин}} = (100 \lg E - 145). \quad (40)$$

26. Расчет приведенной водности вертикального столба с площадью основания 1 м² (q и Δq кг/м²) осуществляется путем суммирования водности единичного объема по всем слоям облака и слоям выше изотермы 0°C:

$$q_{nj} = \sum_{i=1}^{\infty} q_{nj} \cdot \Delta H_i \quad (41)$$

где ΔH_i – вертикальная протяженность i -того слоя облака; q_{nj} – водность единичного объема облака, г/м³, рассчитываемая по алгоритму:

$$q_{nj} = \begin{cases} q_{njД} & \text{при } Z_{10n} < 45 \\ (1-k) \cdot q_{njД} + k \cdot q_{njГ} & \text{при } 45 \leq Z_{10n} \leq 65 \\ q_{njГ} & \text{при } Z_{10n} > 65 \end{cases} \quad (42)$$

где $k = (0,04Z_n - 1,7)$ – константа, зависящая от соотношения дождевой $q_{njД}$ и градовой $q_{njГ}$ фракций в n -ом канале дальности и j -ом секторе азимута;

Значение $q_{njД}$ и $q_{njГ}$ рассчитываются в АСУ по формулам:

$$\left. \begin{aligned} q_{njД} &= 10^{0,05Z_{10n}-2,4} \\ q_{njГ} &= 10^{0,058Z_{10n}-3,25} \end{aligned} \right\} \quad (43)$$

27. Расчет интегрального водосодержания всего объема облака M_{Zi} и его переохлажденной части ΔM_{Zi} , т, осуществляется путём интегрирования водности q_{nj} по всей площади радиоэха, ограниченной Z_i , и всем слоям от основания радиоэха до вершины или от уровня изотермы 0°C до вершины.

$$\left. \begin{aligned} M_{Zi} &= \sum_{i=1}^m q_{nj}(Z_i) S_{Z_i} \\ \Delta M_{Zi} &= \sum_{i=1}^m \Delta q_{nj}(Z_i) S_{Z_i} \end{aligned} \right\} \quad (44)$$

где $q_{nj}(Z_i)$ – значение водности в n -ом канале дальности и j -ом секторе азимута внутри изоконтур с заданной отражаемостью Z_i равной 15, 25, 35 ... 65 dBZ; S_{Zi} – площадь внутри изоконтур с заданным значением Z_i .

Приложение № 12
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

ФОРМА ПРОГРАММЫ НА ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ОТ ГРАДОБИТИЯ

Согласовано Начальник департамента Росгидромета по __ФО		Утверждаю Руководитель _____ Наименование СОАВ _____	
Подпись « ____ » _____	Расшифровка подписи _____ 20 ____ г.	Подпись « ____ » _____	Расшифровка подписи _____ 20 ____ г.
Программа на проведение работ по защите сельскохозяйственных растений от градобития			
1. Организация - исполнитель:			
Наименование специализированной организации			
2. Лицензия на осуществление работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы (защита сельскохозяйственных растений от градобития):			
Номер лицензии и дата ее выдачи			
3. Основание для проведения работ с приложением копий соответствующих документов:			
Государственное задание/контракт/договор, его номер и дата			
4. Место проведения работ:			
Согласно государственному заданию/контракту/договору			
5. Сроки проведения работ:			
Согласно государственному заданию/контракту/договору			

6. Обеспеченность работ:

Таблица 1. Сведения о средствах радиолокации и автоматизации

Наименование средства	Заводской номер	Год выпуска	Количество, шт.
Итого:			

Таблица 2. Сведения о пунктах воздействия

Наименование ВО	Количество ПВ, шт.	Жилые помещения		Наличие			Источник электропитания	
		капитальные, шт.	вагончики, шт.	ограждения ПВ, шт.	склада ПГИ, шт.	противопожарного оборудования	электро- линия	генератор
Итого:								

Таблица 3. Наличие и техническое состояние средств связи

Наименование	Год выпуска	Количество	Техническое состояние
Всего:			

Таблица 4. Наличие и техническое состояние САВ

Наименование	Год выпуска	Количество, шт.	Техническое состояние
Всего:			
Всего:			
Итого:			

Таблица 5. Укомплектованность оперативных отделов специалистами

Наименование	Отдел АВ	Отдел радиолокации и автоматизации	Служба главного инженера	Бойцы
Укомплектованность, необходимо/имеется				
Инженеров с высшим образованием				

Со стажем более 3 лет				
-----------------------	--	--	--	--

7. Ожидаемый результат работ:

В соответствии с контрактом

Руководитель СОАВ _____

Подпись, инициалы и фамилия

Приложение № 13
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

1. ЭКСПРЕСС ОЦЕНКА ПРЕДОТВРАЩЕННОГО УЩЕРБА

1. Эффективность ПГЗ принято оценивать после окончания сезона ПГЗ. Вместе с тем заказчиков работ зачастую интересует эффективность противоградовых операций в дни их проведения. В связи с этим на практике ПГЗ используется методика экспресс оценки предотвращенного ущерба для контроля качества противоградовых работ в процессе их выполнения.

2. Экспресс оценка осуществляется после уточнения фактического ущерба от градобития и предусматривает приближенную оценку предотвращенного ущерба на ЗТ после каждой операции по АВ на градовые процессы на основе:

- данных о числе засеянных ОВ разных категорий;
- оценки ожидаемого ущерба, который могли нанести засеянные градовые и градоопасные облака, если бы не было проведено АВ;
- оценки фактического ущерба от градобитий на ЗТ в день с АВ.

3. Оценка предотвращенного ущерба от градобитий, в период ПГЗ осуществляется по формуле

$$\Delta Y = Y_{ож} - Y_{ф}, \quad (1)$$

где ΔY – ущерб, предотвращенный в день с АВ; $Y_{ож}$ – ущерб на ЗТ, ожидаемый в данный день из засеянных ОВ; $Y_{ф}$ – фактический ущерб, нанесенный этими же ОВ.

4. Ожидаемым ущербом называется ущерб от градобитий, который мог быть, если бы не было проведено АВ. Оценка ожидаемого ущерба осуществляется по среднегодовым данным об ущербе от градобитий из ОВ i -й категории по формуле

$$Y_{ож} = \sum_{i=1}^{IV} n_i \bar{S}_{100i} \bar{C}, \quad (2)$$

где n_i – количество ОВ i -й категории, засеянных в данный день; $\bar{S}_{100i}$ – средняя площадь градобитий (га) из ОВ i -й категории в пересчете на 100% повреждения, наблюдавшаяся на контрольной территории; $\bar{C}$ – средняя стоимость урожая с 1 га ЗТ (руб./га), которая рассчитывается по формуле

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^J B_j C_j S_j}{S_K}, \quad (3)$$

где B_j – средняя урожайность j -й культуры на ЗТ в отчётном году (т/га); C_j – стоимость тонны урожая j -й культуры в современных ценах (руб./т); S_j – площадь посева j -й культуры (га); S_K – культивируемая площадь на ЗТ (га).

В случае превалирования на ЗТ j -й культуры, можно полагать $\bar{C} \approx C_j$.

5. Фактическим ущербом называют реальный ущерб, нанесенный градобитиями на ЗТ. Оценку фактического ущерба от градобитий на ЗТ в день с АВ осуществляют после окончания АВ по данным радиолокационных наблюдений и уточнением по данным наземных наблюдений, проводимым СОАВ совместно с представителями сельского хозяйства:

$$Y_{\phi} = S_{100\phi} \bar{C}, \quad (4)$$

где $S_{100\phi}$ – фактическая площадь повреждений от градобитий в рассматриваемый день с АВ в пересчете на 100% (га).

6. С учетом выражений (2) и (4) экспресс оценку предотвращенного ущерба ΔY можно выполнить по формуле:

$$\Delta Y = \bar{C} \cdot \left[\sum_{i=1}^{IV} n_i \bar{S}_{100i} - S_{100\phi} \right]. \quad (5)$$

7. Значение $\bar{S}_{100i}$ определяется по статистическим данным о площадях градобитий, связанных с незасаженными ОВ i -й категории на прилегающей территории по формуле

$$\bar{S}_{100i} = \sum_{i=1}^{IV} \frac{K_i \cdot S_i}{100}, \quad (6)$$

где K_i и S_i – степень и площадь повреждений от града из ОВ i -й категории.

8. Степенью повреждений называется соотношение количества погибших от градобития растений или плодов к общему количеству растений или плодов, произрастающих на единице площади.

По статистическим данным о площадях градобитий из незасаженных ОВ i -й категории $\bar{S}_{100i}$, для Северного Кавказа равны: $\bar{S}_{100I} \approx 1000$ га, $\bar{S}_{100III} \approx 200$ га, $\bar{S}_{100II} \approx 60$ га, $\bar{S}_{100IV} \approx 20$ га соответственно.

С учетом значений $\bar{S}_{100i}$ экспресс оценку предотвращенного ущерба после каждого дня с АВ на градовые процессы на Северном Кавказе рекомендуется проводить по формуле

$$\Delta Y = \bar{C} \cdot [n_I \cdot 20 + n_{II} \cdot 60 + n_{III} \cdot 200 + n_{IV} \cdot 1000 - S_{100\phi}]. \quad (7)$$

9. Оценка фактического ущерба от градобитий осуществляется двумя методами:

- путем объезда ЗТ и измерения площади градобития и оценки степени повреждений сельскохозяйственных культур;
- путем радиолокационных измерений с помощью АСУ.

В первом случае объезд ЗТ и оценка фактического ущерба осуществляется комиссией в составе представителей страховой компании,

СОАВ и пострадавшего хозяйства путем обмера площади градобития и оценки степени повреждений.

Во втором случае оценка ущерба от града осуществляется после окончания АВ с помощью автоматизированной радиолокационной системы АСУ путем получения:

- карты кинетической энергии града за весь период АВ;
- карты степени повреждения превалирующей культуры;
- карты ущерба превалирующей культуры, установив в опциях программы среднюю стоимость урожая с 1 га.

2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПГЗ

10. Под термином «физическая эффективность» понимается способность применяемой технологии ПГЗ предотвратить градобития, уменьшить площадь градобитий, сократить ущерб от града в n раз (или на N %) в отличие от термина «экономическая эффективность», под которым понимается экономическая выгода и окупаемость затрат на применение той или иной технологии ПГЗ.

11. Оценка физической эффективности осуществляется на основе данных об эволюции значений показателей эффективности.

12. Для оценки физической и экономической эффективности работ по ПГЗ принято использовать:

- метод «исторического ряда», предусматривающий сравнение статистических рядов данных о частоте и площадях градобитий, ущербе от града или количества осадков до защиты и в годы защиты;
- метод «контрольной территории», предусматривающий сравнение значений указанных характеристик на ЗТ и контрольной территории (далее – КТ);
- сочетание методов исторического ряда и контрольной территории;
- метод рандомизации.

13. Метод контрольной территории базируется на сравнении характеристик града на ЗТ и КТ при условии, что характеристики градовых осадков, структура посевов и ущерб от града на КТ коррелирует с этими же характеристиками на ЗТ. Недостатками этого метода являются трудность выбора КТ с хорошей корреляцией характеристик градовых осадков и структуры сельхозугодий на ЗТ и возможность серьезных ошибок, связанных с большой пространственно-временной изменчивостью градовых процессов (их частоты, интенсивности и масштаба). Кроме того, защита обычно осуществляется в горных долинах, окруженных горной местностью, где культивируемые территории отсутствуют. Из-за этих трудностей в выборе адекватной КТ в большинстве случаев применяется метод «исторического ряда».

14. Метод исторического ряда базируется на сравнении характеристик града и ущерба от града до защиты и в период защиты в предположении

неизменности климатологии града в эти периоды. Для получения статистически надежных оценок требуются достаточно длинные ряды таких данных. Одной из проблем является также корректный учет градоопасности года защиты, который может варьироваться в пределах ± 3 раза от среднего значения. Точность метода исторического ряда повышается по мере увеличения длины рядов данных, или площади ЗТ, так как охват большей площади приводит к уменьшению пределов пространственно-временных вариаций градовых осадков, имеющих локальный характер.

15. Метод рандомизации, рекомендуемый для статистической оценки эффективности предотвращения града, основан на использовании двух рядов данных для экспериментальных единиц с засевом и без засева облаков. Экспериментальной единицей может быть либо день, либо отдельное облако с засевом и без засева, выбираемых по закону случайных чисел (1 – засев, 0 – без засева).

16. Процедура выбора экспериментальной единицы или ОВ определяется на стадии разработки проекта модификации погоды и не изменяется в течение всего периода его реализации. В случаях, когда по закону случайных чисел выпадает день (или облако) с засевом, ОВ засеваются применяемыми реагентами, а в остальных случаях ОВ засеваются условно имитаторами средств воздействия, не содержащими реагентов. В результате реализации такого проекта создается два ряда данных о значениях параметров засеянных и незасеянных ОВ, статистическая обработка которых может обеспечить объективную оценку эффективности результатов засева.

17. Применение метода рандомизации для оценки эффективности работ по предотвращению града представляется неоправданным вследствие большого разнообразия типов градовых процессов, не сопоставимых между собой по интенсивности и масштабу градобитий. Одно суперячейковое облако может причинить ущерб, превышающий совокупный ущерб от всех остальных градовых облаков и нарушить однородность статистических рядов данных. Даже внутри класса суперячейковых облаков могут иметься серьезные различия в масштабе, интенсивности и продолжительности градобития, исключающие их адекватное сравнение. Поэтому набор статистически обеспеченного ряда данных по суперячейковым облакам требует выполнения нереально продолжительных проектов.

Реализация метода рандомизации наталкивается на серьезные проблемы, связанные с многообразием типов и мощности градовых процессов, невозможностью получения однородных и статистически обеспеченных рядов данных. Кроме того, экспериментальные проекты с рандомизацией (с чередованием дней с засевом и без засева) обычно не финансируются вследствие их дороговизны (заказчики предпочитают проекты защиты от града с систематическим засевом).

18. Согласно методу псевдорандомизации все градовые и градоопасные облака на ЗТ, соответствующие критериям засева, засеваются, а такие же ОВ на прилегающей территории (или идентичной по площади КТ),

расположенной со стороны вторжения градовых процессов засеваются условно (т.е. не засеваются). Критерии выбора ОВ и решение о начале реального и условного засева принимаются идентично. На основе полученных данных формируется два статистических ряда по эволюции параметров засеянных (на ЗТ) и не засеянных (на КТ) ОВ. Эффективность этого метода повышается при дифференцировании ОВ по степени градоопасности по четырем категориям ОВ.

2.1. Показатели физической эффективности ПГЗ

19. Для оценки физической эффективности ПГЗ может быть использовано множество метеорологических и физических параметров градовых процессов: частота выпадения града (F), размер града (d_m , см), кинетическая энергия градовых осадков (E , Дж/м²), суммарная (E_{Σ} , Дж) и глобальная кинетическая энергия градовых осадков (E_G , Дж), масса и слой выпавшего града, площадь выпадения града (S_G , км²), степень повреждений (K , %), ущерб от града (Y) и другие характеристики.

Пространственно-временная изменчивость продолжительности (от долей минут до нескольких часов) и площади градобитий (от долей га до десятков тысяч га), плохая корреляция ущерба с размером града, площадью градобития, а также увеличение ущерба за счет сопутствующего ливневого дождя и ветра осложняют выбор надежных показателей эффективности. Из множества перечисленных показателей эффективности следует выбрать такие, которые лучше реагируют на засев, могут быть достаточно надежно измерены и лучше характеризуют конечную цель ПГЗ – уменьшение потерь урожая.

20. Оценку параметров градобитий обычно осуществляют по данным градомерной сети, радиолокационных измерений и обследования районов выпадения града.

21. Сведения о частоте выпадения града (F) могут быть получены по данным сети метеорологических станций и постов, по которым строятся изолинии частоты выпадения града на ЗТ, КТ и ПТ. Однако эта сеть редкая, и выпадение града между пунктами наблюдений не фиксируется.

22. Плотная градомерная сеть позволяет регистрировать выпадение града и получить данные о площади выпадения града и полях кинетической энергии града. Однако, несмотря на обилие применяемых типов датчиков (градовые подушки, градовые кубы, градосборники, сепараторы, оптические, акустические, ультразвуковые и пьезоэлектрические спектрометры), градомерные сети не обеспечивают требуемого разрешения в пространстве. Такие сети обычно создаются с плотностью не более одного датчика на 10 км².

23. Радиолокационные данные обеспечивают получение непрерывных во времени и пространстве полей градовых осадков и получение с достаточно высоким разрешением карты площади выпадения града, карт размера и кинетической энергии града на ЗТ и ПТ, а также значений глобальной кинетической энергии града E_{Σ} (Дж), интегрированной по всей

площади выпадения града. Применение радиолокационного метода более предпочтительно в сочетании с данными градомерных наблюдений в отдельных реперных точках для калибровки радиолокационных данных.

24. Полезной является информация системы страхования от града благодаря созданию длинных исторических рядов данных о количестве дней с ущербом от града, площади и степени повреждений. Однако система страхования может охватывать не все хозяйства.

25. Более приемлемым и объективным является результат обследования площадей градобитий комиссией, состоящей из представителей органов сельского хозяйства, пострадавшего хозяйства, противоградовой службы и страхового агентства (если поля застрахованы).

26. Преимуществом оценки ущерба на основе детального обследования пострадавших посевов является то, что каждое растение на ЗТ является своего рода градовой подушкой и при тщательном обследовании ЗТ обнаруживается любое мелкомасштабное градобитие и оценивается реальный ущерб.

К факторам, влияющим на размер ущерба от града, относятся:

- разная чувствительность сельхозкультур к повреждениям от града;
- зависимость ущерба от стадии вегетации;
- направление и сила ветра. Ущерб возрастает на 30%, если направление ветра перпендикулярно направлению рядов виноградника, фруктовых деревьев и т.д.;
- интенсивный град, даже небольших размеров может причинять более серьезный ущерб, чем крупный, но редкий град и т.д.

27. Для оценки физической эффективности ПГЗ используются апробированные на практике параметры:

- площадь выпадения града S_{Γ} , га;
- площадь повреждённых от градобитий сельхозкультур S_{Π} , га;
- степень повреждения сельхозкультур от градобитий K , %;
- площадь градобитий в пересчёте на 100% повреждения S_{100} , га;
- процент потерь сельхозпродукции от градобитий N , %;
- карты кинетической энергии градовых осадков E , Дж/м² и глобальной кинетической энергии градовых осадков E_{Σ} , Дж.

28. Площадь выпадения града S_{Γ} может измеряться с помощью МРЛ (ДМРЛ) или плотной градомерной сети, но она охватывает как площади повреждений, так и площади без повреждения зеленых насаждений, и поэтому с точки зрения оценки эффективности ПГЗ этот параметр не очень информативен.

29. Значения S_{Π} и K оцениваются органами сельского хозяйства и страхования совместно с представителем противоградовой службы. Хотя эти оценки в определенной мере субъективны, без них не обходится ни один серьезный проект ПГЗ.

30. Параметр S_{100} – интегральный параметр, учитывающий площадь повреждений S_{Π} и степень повреждения сельхозкультур от градобитий K .

31. Наиболее информативным показателем физической эффективности ПГЗ является еще более интегральный параметр – процент потерь сельхозпродукции от градобитий N (%), который учитывает площадь градобитий, степень повреждений. Преимуществом этого параметра является то, что он нормирован к площади культивируемой территории, обеспечивает возможность сравнения градоопасности различных регионов и удобен для получения однородных рядов данных для статистических оценок независимо от изменений по годам площади ПГЗ. Значение N в предположении однородности урожая на площадях, охваченных и неохваченных градобитием, рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{S_{100} \cdot \bar{C}}{S_k \cdot \bar{C}} \cdot 100 = \frac{S_{100}}{S_k} \cdot 100, \quad (8)$$

где S_k – площадь культивируемой территории на ЗТ (га); $\bar{C}$ – средняя стоимость урожая с 1 га ЗТ (руб./га).

2.2. Порядок оценки физической эффективности ПГЗ

32. Оценку физической эффективности ПГЗ рекомендуется осуществлять путем сравнения значений вышеуказанных характеристик градовых осадков на ЗТ в год защиты X_s со среднемноголетними их значениями до защиты $\bar{X}_c$, либо с их значениями на КТ, где индекс c (control) относится к контрольному ряду данных, характеризующему период без защиты, а индекс s (seeding) – в период защиты.

33. Для этого необходимо, в первую очередь, сформировать статистические ряды данных о значениях X_s и X_c по результатам экспериментальных наблюдений. Большая пространственно-временная изменчивость градовых осадков существенно осложняет оценку эффективности ПГЗ. Чем длиннее ряды данных, тем статистически более обеспечены результаты оценки. Достоверность оценки повышается и с увеличением площади защиты, так как это приводит к уменьшению пространственно-временных вариаций потерь от града и их дисперсии.

34. Поэтому прежде чем оценивать эффективность ПГЗ, необходимо изучить естественную изменчивость градовых осадков в интересующем регионе. Методика анализа естественной изменчивости градовых осадков базируется на общеизвестных статистических подходах и предусматривает анализ исходного экспериментального материала с целью определения статистических закономерностей:

- цикличности выпадения града, площадей повреждения, временного хода интенсивности ГП при естественном ходе процессов и в годы АВ, основных циклов путем гармонического Фурье анализа;

- среднемноголетних значений $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$;

- отклонений от среднего $\Delta \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})$;

– среднеквадратичных отклонений $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$;

– коэффициента вариации $\chi = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%$ и др.

35. Природная изменчивость параметров градовых осадков зависит от площади наблюдений и значения рассматриваемого параметра:

– если среднегодовая частота выпадения града $\bar{F} < 1$, то отклонения от среднего обычно велики ($\Delta F > 1$), а если $\bar{F} > 1$, то, $\Delta F < 1$;

– изменчивость данных тем меньше, чем больше площадь ЗТ.

36. Длина рядов данных, как правило, ограничена по длительности и подобный анализ приблизителен, особенно если площадь наблюдений мала. Однако для масштаба ЗТ примерно равного $S_{ЗТ} > 800\,000$ га и при длительности наблюдений более 20 лет эта проблема практически исключается.

37. Оценка физической эффективности ПГЗ осуществляется путем сравнения значений характеристик градовых осадков на ЗТ в год защиты X_S с их среднемноголетними значениями до защиты $\bar{X}_C$ (метод исторического ряда), либо с их значениями X_C на КТ (метод контрольной территории) по формулам:

$$E_f = \left(1 - \frac{X_S}{G_S \bar{X}_C} \right) \cdot 100, \quad (9)$$

$$E_f = \left(1 - \kappa_i \frac{X_S}{X_C} \right) \cdot 100, \quad (10)$$

где E_f – физическая эффективность ПГЗ, показывающая на сколько процентов сокращено значение используемого показателя эффективности (%); G_S – коэффициент градоопасности года защиты на ЗТ; $\kappa_i = \frac{\bar{X}_S}{X_C}$ – соотношение средних значений i -го показателя эффективности на ЗТ и КТ.

38. Из-за отсутствия в большинстве случаев подходящей КТ для оценки физической эффективности ПГЗ E_f (%) обычно используется метод исторического ряда, который обеспечивает достаточно надежный результат при сравнении достаточно длинных рядов данных о потерях от града в годы защиты и до защиты.

39. Оценка средней физической эффективности за длительный период защиты $\bar{E}_f$ осуществляют путем сравнения среднемноголетних значений доли сельхозпродукции (%), теряемой в годы защиты N_S и до защиты $\bar{N}_C$:

$$\bar{E}_f = \left(1 - \frac{\bar{N}_S}{\bar{N}_C} \right) \cdot 100, \quad (11)$$

Значения N_S и $\bar{N}_C$ рассчитываются по формулам

$$N_S = \frac{S_{100}}{S_K} \cdot 100, \quad (12)$$

$$\bar{N}_C = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_{100i}}{S_{Ki}} \cdot 100, \quad (13)$$

где S_K – культивируемая площадь на ЗТ; m – количество лет наблюдений.

40. Площадь градобития в пересчёте на 100% повреждения S_{100} , га, можно рассчитать по формуле

$$S_{100} = \sum_{i=1}^l \frac{K_i S_{n_i}}{100}, \quad (14)$$

где l – количество сельхозкультур, занимающих не менее 1% площади ЗТ; K_i и S_{n_i} – степень (%) и площадь (га) повреждений i -й культуры.

Среднемноголетнее значение $\bar{S}_{100}$ до защиты можно вычислить с использованием исторического ряда, сформированного по данным органов Госстраха и сельского хозяйства:

$$\bar{S}_{100c} = \frac{1}{100 m} \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m K_{ij} \cdot S_{n_{ij}}. \quad (15)$$

41. На оценку эффективности ПЗ серьезное влияние может оказать значительная пространственно-временная изменчивость частоты и интенсивности градовых осадков, занижая оценку E_f в годы повышенной градоопасности, и, завышая в годы пониженной градоопасности. В целях исключения такого влияния оценку физической эффективности ПЗ рекомендуется осуществлять с учетом коэффициента градоопасности конкретного года или периода защиты G_S , учитывающего тренд градоопасности в сравнении с предыдущим периодом.

42. Оценку E_f с учетом коэффициента градоопасности конкретного года или периода защиты G_S следует осуществлять по формуле

$$E_f = \left(1 - \frac{N_S}{G_S \bar{N}_C} \right) \cdot 100, \quad (16)$$

где $\bar{N}_S$ и $\bar{N}_C$ – процент потерь сельхозпродукции на ЗТ в годы защиты и среднее многолетнее значение до защиты, соответственно (%).

43. Учет градоопасности позволяет сделать процедуру сравнения со среднемноголетними данными более приемлемой. В случае применения «метода контрольной территории» также необходимо учитывать коэффициент градоопасности КТ и ЗТ.

2.3. Методика оценки коэффициента градоопасности

44. Значение коэффициента градоопасности i -го года до защиты (G_{Ci}) может быть рассчитано в предположении (лучше оправдываемом при длинных рядах наблюдений), что $\bar{N}_C$ соответствует $\bar{G}_C = 1$:

$$G_{Ci} = N_{Ci} / \bar{N}_C, \quad (17)$$

где N_{Ci} и $\bar{N}_C$ – потери сельхозпродукции от градобитий в i -й год до защиты и в среднем за весь период наблюдения, соответственно.

45. В годы защиты засев облаков трансформирует величину потерь от града, поэтому оценка градоопасности i -го года защиты должна осуществляться по прогностическим или диагностическим параметрам, которые не трансформируются в результате засева облаков. Такими параметрами могут быть количество синоптических ситуаций, благоприятствующих развитию градовых облаков, количество градовых прогнозов, количество дней с градом, потери от града на КТ, расход ракет, количество засеянных ОВ и т.п. Сравнение этих данных в i -й год защиты со среднемноголетними данными позволяет оценить градоопасность представляющего интерес года. Однако прогностическая информация не может однозначно характеризовать градоопасность из-за недостаточной оправдываемости прогнозов града, мезорайона развития, типа и интенсивности градовых облаков.

46. Более приемлемо использование диагностической информации о реальном количестве и градоопасности засеянных облаков, тем более, что 50 – 70% из них обычно вторгаются на ЗТ с ПТ. Поэтому оценку коэффициента градоопасности года защиты G_{Si} рекомендуется рассчитывать по количеству засеянных ОВ разных категорий по формуле

$$G_{Si} = \sum_{i=1}^4 A_i n_i / \sum_{i=1}^4 A_i \bar{n}_i, \quad (18)$$

где A_i – весовые коэффициенты для ОВ i -й категории;

n_i – число ОВ i -й категории, засеянных в год защиты;

$\bar{n}_i$ – среднемноголетнее число засеянных ОВ i -й категории.

47. Значения A_i определяются с учетом степени градоопасности ОВ различных категорий. Если для ОВ III категории условно принять $A_{III} = 1,0$, то значение A_{IV} рассчитывается по отношению средних значений S_{100} для ОВ IV и III категорий, найденных по экспериментальным данным

$$A_{IV} = n_{IV} \sum_{i=1}^{n_{IV}} S_{100 IV} / n_{III} / \sum_{i=1}^{n_{III}} S_{100 III}, \quad (19)$$

где n_{III} и n_{IV} – количество ОВ III и IV категорий в выборке.

48. Учитывая, что вероятность перерастания ОВ I и II категорий в ОВ III категории по данным наблюдений составляет в среднем 0,1 и 0,3, соответственно, значения A_I и A_{II} принимают равными: $A_I = 0,1$ и $A_{II} = 0,3$.

49. Для условий Северного Кавказа $A_I = 0,1$; $A_{II} = 0,3$; $A_{III} = 1$; $A_{IV} = 5$. Это означает, что площади градобитий из при ОВ IV категории в 5 раз больше, чем из ОВ III категории. Значения коэффициента A_{IV} имеют небольшие региональные отличия.

50. Градоопасность региона характеризуется среднегодовыми потерями сельхозпродукции. Если достаточно хорошо изучена градоопасность одного региона, то расчет градоопасности другого региона осуществляется по формуле

$$G_i = G_0 \frac{\bar{N}_i}{\bar{N}_0}, \quad (20)$$

где G_0 - коэффициент градоопасности изученного региона, который можно положить равным единице; $\bar{N}_i$ и $\bar{N}_0$ - среднегодовые потери сельхозпродукции в новом и изученном регионах.

Так, например, на ЗТ Краснодарской ВС, где производственная защита осуществляется 51 год, $\bar{N}_0 = 6,27\%$, а на ЗТ Ставропольской ВС, где защита началась в 1995 г., $\bar{N}_i = 4,2\%$. Следовательно, $G_i = 0,67$. Это означает, что градоопасность ЗТ Ставропольской ВС примерно в 1,5 раза ниже градоопасности ЗТ Краснодарской ВС.

2.4. Инструментальные методы оценки физической эффективности ПГЗ

51. Объективным и наглядным показателем физической эффективности ПГЗ может быть сокращение площадей градобитий и кинетической энергии града по данным инструментальных измерений.

Карта кинетической энергии града за день с градом может быть получена по данным наземной сети градомерной сети (сети градовых подушек). Общеизвестно, что сравнение глобальной кинетической энергии града, полученной с помощью наземной градомерной сети до защиты и в годы защиты, или ее значений на ЗТ и КТ может обеспечить объективную оценку эффективности ПГЗ. Однако создание градомерной сети с плотностью хотя бы один прибор на 10 км^2 требует значительных трудозатрат, и поэтому в большинстве проектов ПГЗ они не применяются.

52. Альтернативой градомерной сети может быть радиолокационный метод измерения площади выпадения и кинетической энергии града, степени повреждения и ущерба от града. Этот метод обеспечивает получение полей этих характеристик на больших площадях с высоким разрешением ($0,5 \times 0,5 \text{ км}$) за каждый день с градом и сезон.

53. Измерения кинетической энергии града в каждой точке площади обзора и получение карты E (Дж/м^2) реализовано в АСУ по формулам (26) и (27).

54. Суммируя кинетическую энергию градовых осадков за все дни с градом, можно получить карту глобальной кинетической энергии E_Σ за весь сезон. Сравнение таких карт по защищаемой территории (ЗТ) и прилегающей территории (ПТ) может использоваться для объективной инструментальной оценки физической эффективности ПГЗ.

55. Степень повреждения сельхозкультур от града K (%) зависит от размера, интенсивности, продолжительности града и скорости ветра. Кинетическая энергия является интегральной характеристикой, которая учитывает все эти факторы и лучше коррелирует с повреждаемостью различных культур. На основе анализа данных экспериментальных исследований повреждаемости винограда ($K_{\text{вин}}, \%$) в зависимости от кинетической энергии града E получено следующее уравнение регрессии:

$$K_{\text{вин}} = 100 \lg E - 145, \quad (21)$$

56. В зависимости от вида сельскохозяйственных культур и стадии их вегетации коэффициенты корреляции могут значительно отличаться. Путем аппроксимации данных экспериментальных полевых исследований повреждаемости пшеницы и кукурузы выведены выражения:

$$K_{Пш} = 56 \lg E - 58, \quad (22)$$

$$K_K = 66 \lg E - 90. \quad (23)$$

57. Степень повреждения не имеет большого разброса в зависимости от стадии вегетации сельхозкультур. Например, степень повреждения винограда $K_{Вин}$ по статистическим данным увеличивается с увеличением кинетической энергии с разбросом в пределах 15 - 20% в зависимости от стадии вегетации, начиная от стадии цветения до стадии зрелости.

58. На рисунке 1 настоящего приложения представлена зависимость степени повреждения винограда, пшеницы и кукурузы от кинетической энергии града.

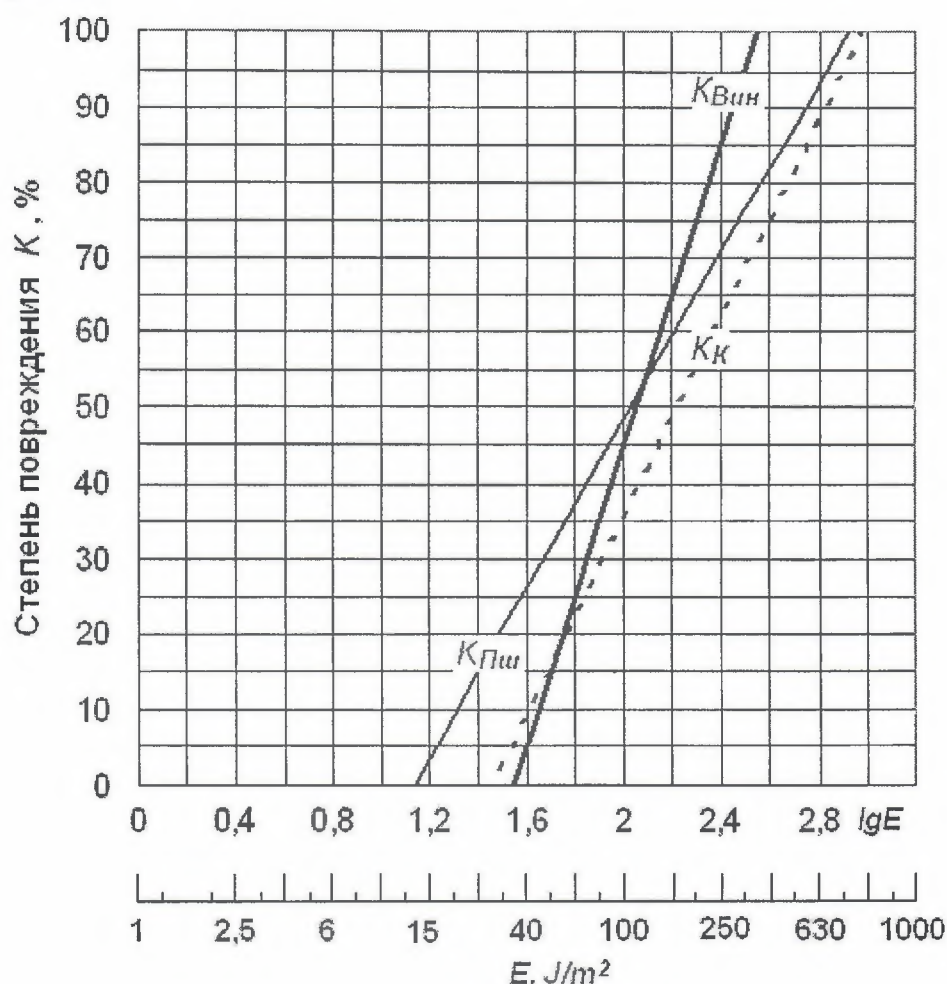


Рисунок 1. Зависимость степени повреждений винограда, пшеницы и кукурузы от кинетической энергии града

Расчет $K\%$ по радиолокационным данным осуществляется по формуле:

$$K_{jn} = A_j \sum_1^m (0,086 Z_{10n} - 5,25) \Delta t_i - B_j, \quad (24)$$

где K_{jn} – степень повреждения j -й культуры в n -й ячейке площади обзора; A_j и B_j – приведенные выше коэффициенты регрессии.

59. На рисунке 2 настоящего приложения приведены примеры карты степени повреждения пшеницы K в сравнении с картой кинетической энергии градовых осадков E . На рисунке видна хорошая корреляция места, площади и степени повреждений с картой кинетической энергии града. Максимальные повреждения, как, и следовало ожидать, отмечаются в области максимума кинетической энергии градовых осадков.

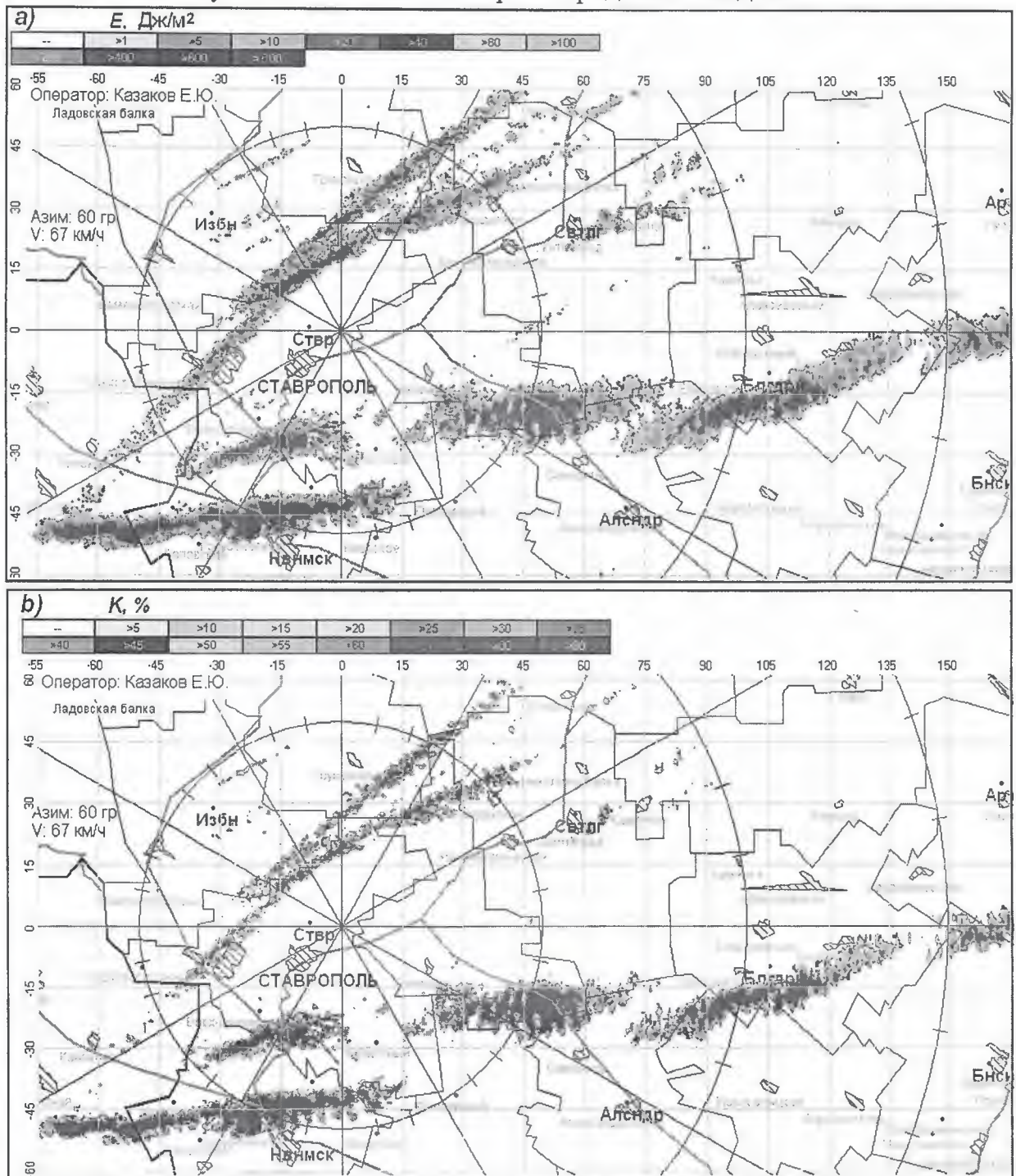


Рисунок 2. Пример радиолокационных карт: а) кинетической энергии града; б) степени повреждений пшеницы

60. В «АСУ-МРЛ» предусмотрено также получение карты ущерба от градобитий Y (руб./га) с учетом значений K и стоимости урожая j -й культуры C_j (руб./га).

61. Суммирование значений Y_n с учетом экспликации земель и площадей каждой культуры S , (га) по всей площади измерений (в круге радиусом R) позволяет оценить суммарный ущерб Y_Σ за весь период выпадения града. Значение Y_Σ может использоваться в качестве интегральной характеристики, обеспечивающей объективное сравнение ущерба при разных градобитиях. Пример карт кинетической энергии града, степени повреждений и ущерба от града представлен на рисунке 3 настоящего приложения, на котором видна хорошая корреляция этих параметров между собой. Обследование места градобития показало их согласие с фактическими данными о степени повреждения и ущербе от града.

62. Зависимость значений K , Y , Y_Σ от вида и стадии вегетации сельскохозяйственных культур и приземного ветра в неявной форме учитывается используемыми корреляционными связями.

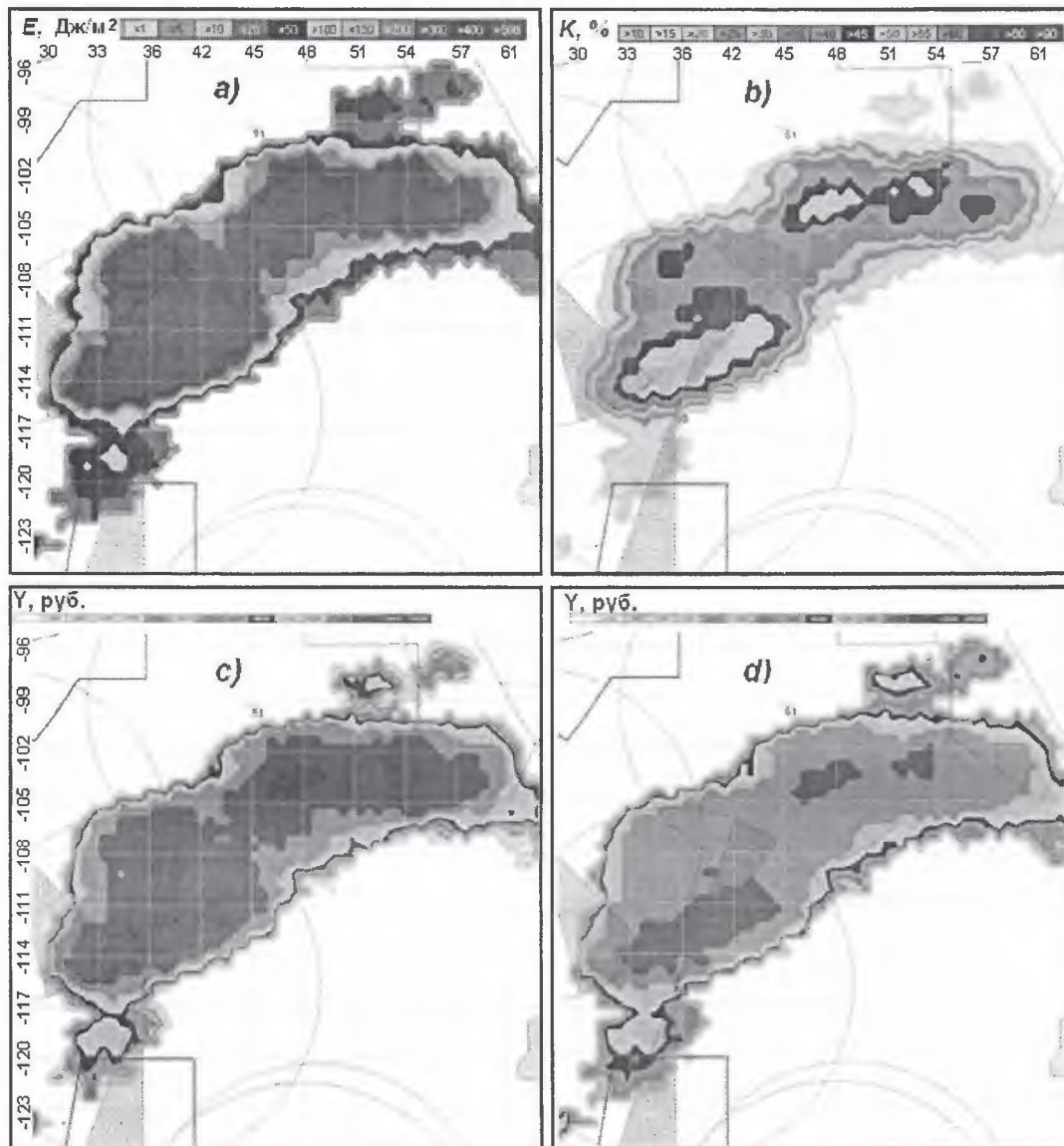


Рисунок 3. Укрупненные фрагменты: а) карты кинетической энергии града; б) карты степени повреждений кукурузы; в) и д) карты ущерба в руб. на 1 га кукурузы и пшеницы, соответственно

63. На рисунке 4 настоящего приложения приведен пример карты глобальной кинетической энергии града, из которого следует, что кинетическая энергия града и площади выпадения града, проинтегрированные за весь сезон ПГЗ, на ЗТ заметно меньше, чем на ПТ. Эта карта получена на основе инструментальных измерений без внесения субъективных факторов и может являться основой для объективной инструментальной оценки физической эффективности ПГЗ с помощью выражения:

$$E_f = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{\infty} \dot{E}_{Si} S_{Si}}{\sum_{i=1}^{\infty} \dot{E}_{Ci} S_{Ci}} \right) \cdot 100 \quad (25)$$

где E_f – физическая эффективность ПГЗ (%), показывающая на сколько процентов сокращено значение кинетической энергии града на ЗТ по сравнению с ее значением на КТ; S_{Si} и S_{Ci} – площади ЗТ и КТ, охваченные выпадением града, га; E_{Si} и E_{Ci} – кинетическая энергия града, Дж/м², приходящаяся на i -ю ячейку площадей ЗТ и КТ.

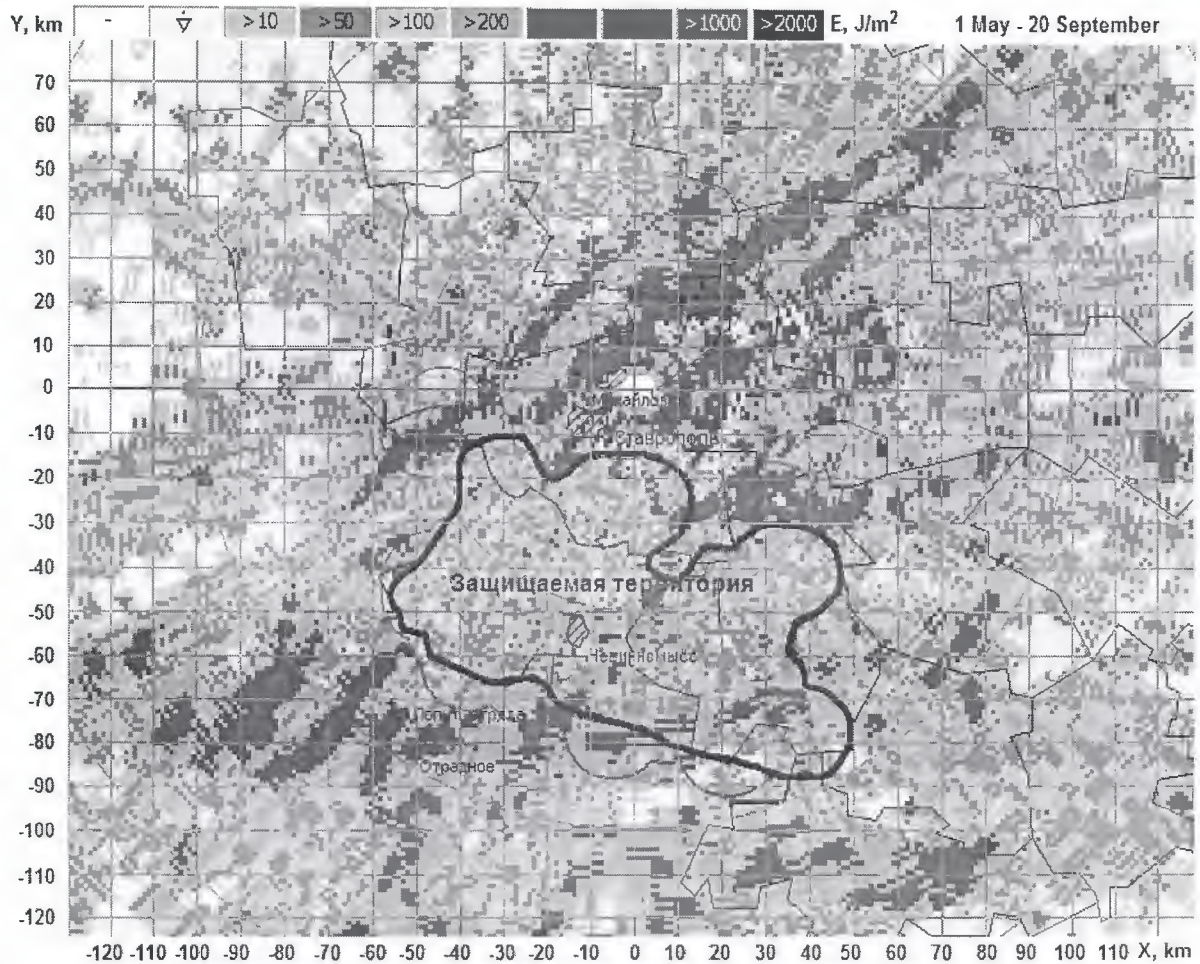


Рисунок 4. Пример карты суммарной кинетической энергии града за сезон ПГЗ

64. Из выражения (25) следует, что оценку физической эффективности ПГЗ E_f можно осуществлять путем сравнения значения глобальной кинетической энергии града, суммированной по всей площади ЗТ с его значением на ПТ. При наличии статистических данных за годы до защиты можно использовать метод сравнения данных до защиты и год защиты (метод исторического ряда).

65. Такую инструментальную экспресс оценку физической эффективности ПГЗ E_f можно провести за сезон ПГЗ или отдельный день с АВ, сравнивая значения глобальной кинетической энергии на ЗТ и ПТ.

Это дает оценку того, насколько процентов сокращена глобальная кинетическая энергия града в результате АВ (в предположении одинаковой градоопасности ЗТ и КТ или введения поправки на их различия). Многолетние данные позволят исключить пространственно-временную изменчивость градоопасности территорий.

Однако при оценке площади повреждений и реальных потерь от града необходимо учесть, что при $E < 20 \text{ Дж/м}^2$ практически не отмечается ущерба от града, а при $E > 660 \text{ Дж/м}^2$ согласно рисунку 4 урожай уничтожается полностью. Поэтому уменьшение значений E , например с 900 до 600 Дж/м^2 не дает никакого эффекта с точки зрения потерь урожая в сезоне, но уменьшается ущерб, наносимый многолетним насаждениям, которые при $E > 800 \text{ Дж/м}^2$ приходится выкорчевывать. Поэтому для оценки физической эффективности ПГЗ с точки зрения потребителя целесообразно наряду с картой ущерба использовать карту кинетической энергии града.

3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПГЗ

66. Оценка экономической эффективности ПГЗ, так же, как и физической, обычно осуществляется методами исторического ряда и контрольной территории. Эти методы предусматривают оценку эффективности ПГЗ за сезон или несколько сезонов путем сравнения значений площадей градобитий, степени повреждений и других характеристик градовых осадков на защищаемой территории (ЗТ) в год защиты со среднелетними их значениями до защиты либо с их значениями на контрольной территории (КТ) соответственно.

3.1. Обзор методов оценки экономической эффективности

67. Основными задачами определения экономической эффективности и значимости сокращения потерь от града являются оценка:

- площади спасенного от градобитий урожая,
- количества спасенного урожая,
- экономической эффективности ПГЗ,
- чистого дохода от проведения ПГЗ,
- рентабельности затрат на проведение ПГЗ.

3.2. Показатели экономической эффективности

68. Для оценки экономической эффективности ПГЗ используются показатели, прямо или косвенно характеризующие ущерб от градобитий:

- площадь выпадения града S_{Γ} (га);
- площадь градобития S_{Π} (га);
- степень повреждений посевов от града K (%);
- площадь градобитий до защиты и в год защиты в пересчете на 100 % повреждения $\bar{S}_{100c}$ и S_{100s} (га);
- процент потерь сельхозпродукции от градобитий на ЗТ до защиты $\bar{N}_c$ и в год защиты N_s (или на КТ и ЗТ) (%);
- степень сокращения ущерба от града на ЗТ в годы защиты E_f (%).

69. Информативность этих параметров различна. Площадь выпадения града S_{Γ} , регистрируемая метеорологическими станциями и постами, радиолокатором, градомерной сетью или по показаниям очевидцев обычно значительно больше площади повреждений, так как мелкий град слабой интенсивности не наносит повреждений большинству культур. Кроме того, не вся площадь выпадения града охвачена сельскохозяйственным

производством. Около 20 – 45% площадей ЗТ рассматриваемых регионов защиты не культивируются и заняты горами, лесами, озерами и водохранилищами, поймами рек, дорогами, населенными пунктами, промышленными объектами и т.д.

Площадь повреждений $S_{\text{П}}$ – более информативный показатель, чем площадь выпадения града, но большие пространственные вариации размера и интенсивности града приводят к большим вариациям степени повреждений (в пределах $0 < K < 100\%$). Ущерб на площади 1000 га с 5% повреждениями меньше ущерба на 100 га, поврежденных на 80%. С другой стороны, степень повреждений зависит от вида и стадии вегетации растений и очень сильно варьируется по площади, охваченной градобитием.

70. Более информативным показателем ущерба является площадь градобития в пересчете на 100% повреждения S_{100} , учитывающая площадь градобития и степень повреждения. Однако различия площади ЗТ в разные годы и в разных регионах защиты затрудняют получение однородных сопоставимых статистических рядов данных.

71. Из множества показателей эффективности в качестве наиболее информативного предлагается параметр, характеризующий долю потерь от града, выраженную в %. Этот параметр учитывает площади и степень повреждений и позволяет создать сравнимые статистические ряды данных до защиты ($\bar{N}_C$) и в период защиты (N_S) независимо от изменения по годам площади ЗТ ($S_{\text{ЗТ}}$).

72. Кроме того, для оценки экономической эффективности ПГЗ необходимы данные, характеризующие затраты на проведение защиты и стоимость защищаемой продукции:

- операционные (O) и капитальные (T) затраты на проведение ПГЗ;
- культивируемая площадь на ЗТ S_K (га);
- структура посевов (экспликация) на культивируемой территории;
- средняя стоимость урожая с 1 га ЗТ $\bar{C}$ (руб./га).

3.3. Порядок оценки экономической эффективности ПГЗ

73. Оценку эффективности ПГЗ следует осуществлять по сокращению S_{100} , от значения которого легко перейти к оценкам ущерба, зная среднюю стоимость урожая.

74. Площадь спасенных от градобитий посевов ΔS_{100} (га) рассчитывают по формуле

$$\Delta S_{100} = \bar{S}_{100C} - S_{100S}, \quad (26)$$

где $\bar{S}_{100C}$ и S_{100S} – площадь гибели посевов до защиты (средне многолетнее значение) и в год защиты соответственно (га).

75. Количество спасенного урожая ΔM_i (т) можно рассчитать, используя значение ΔS_{100} и данные по урожайности основных культур на соседних неповрежденных площадях с помощью выражения

$$\Delta M_i = \Delta S_{100} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{S_i B_i}{S_K}, \quad (27)$$

где S_K – площадь культивируемой территории на ЗТ (га); S_i – площадь посевов, занятая i -й культурой (га); B_i – средняя урожайность i -й культуры на ЗТ в рассматриваемый год (т/га).

76. Годовой экономический эффект E_e (руб.) можно рассчитать как разность между потенциальным и фактическим ущербом от града:

$$E_e = Y_C - Y_S = 0,01 S_K \bar{C} (\bar{N}_C G_S - N_S), \quad (28)$$

где $Y_C = 0,01 \bar{N}_C G_S S_K \bar{C}$ – потенциальный ущерб на ЗТ в год защиты, который мог быть без проведения ПГЗ (руб.); $Y_S = 0,01 N_S S_K \bar{C}$ – фактический ущерб на ЗТ в год защиты (руб.); $\bar{C}$ – средняя стоимость урожая с 1 га ЗТ (руб./га).

77. Когда превалирует одна j -я культура, можно полагать $\bar{C} \approx C_j$. В случае сравнимости площадей, занятых различными культурами целесообразно расчет ущерба осуществлять по более точному выражению

$$Y_\Sigma = \frac{1}{100} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{j=1}^J K_{nj} \cdot S_{nj} \cdot C_{nj}, \quad (29)$$

где C_{nj} – стоимость урожая с 1 га j -й культуры в n -й ячейке площади ЗТ.

78. Условно чистый доход, получаемый от проведения ПГЗ d (руб.), рассчитывается по данным по формуле

$$d = E_e - U = (Y_C - Y_S) - (O + 0,15 K), \quad (30)$$

где U – суммарные годовые затраты на проведение ПГЗ (руб.); O – операционные расходы (руб.); 0,15 – коэффициент, учитывающий износ капиталовложений; K – объем капиталовложений, включающий стоимость капитального оборудования, баз КП и ПВ (руб.).

79. Операционные расходы включают затраты на заработную плату, приобретение ПГИ, ГСМ, энергоносителей, канцелярские и другие накладные расходы.

80. Основные затраты при реализации российской ракетной технологии ПГЗ складываются из следующих компонент:

- стоимость годового расхода ПГИ составляет около 40 - 50% себестоимости ПГЗ; такой разброс связан с тем, что расход ПГИ зависит от градоопасности ЗТ и года защиты;

- расходы на оплату труда составляют около 30 - 35% от себестоимости ПГЗ;

- остальные расходы (приобретение ГСМ, энергоносителей, расхода на коммунальные услуги, командировочные, канцелярские и накладные расходы) составляют около 10% от себестоимости ПГЗ.

81. Рентабельность (окупаемость) ПГЗ оценивается по формуле

$$R = \frac{E_e}{U}. \quad (31)$$

3.4. Сбор и обработка данных о градобитии

82. Сбор и обработка данных о градобитии осуществляются в соответствии с РД 52.37.746-2010 «Порядок сбора и обработки данных о градобитии» при необходимости решения следующих задач:

- климатические исследования характеристик градовых осадков в разных регионах, включая частоту выпадения и размер града, продолжительность и площадь выпадения града, характеристики сопровождающих явлений (гроза, сильный ветер, ливень, паводок и т.д.);

- оценка градоопасности различных территорий для определения целесообразности и очередности организации ПГЗ на основе данных о среднем годовом числе дней с градом, средней годовой площади градобитий в пересчете на 100% повреждения, среднем годовом проценте потерь урожая и среднем годовом ущербе от града, отмечающихся в каждом районе обследуемой территории;

- оценка физической и экономической эффективности ПГЗ путем сравнения данных о площади градобитий (S_{100}), проценте потерь сельхозпродукции от градобитий (N) и ущербе от града на ЗТ в год защиты с их средними многолетними значениями до защиты или на КТ.

83. Исходя из этих задач, СОАВ могут собираться и систематизироваться следующие данные о градобитиях:

а) Данные о выпадении града:

- дата, время (ч, мин) и место выпадения града;
- продолжительность выпадения града (мин);
- максимальный диаметр градин (см);
- слой града на земле (см);
- длина и ширина градовой дорожки (км);
- общая площадь выпадения града(га);
- характеристика сопровождающих выпадение града явлений: шквал, ливень, сель, паводок, смыв пахотного слоя, эрозия почвы.

б) Данные об ущербе от градобития:

- общая площадь повреждения сельхозкультур (S_r , га);
- степень повреждения культур от градобития (K , %);
- площадь повреждения от града в пересчете на 100% (S_{100} , га);
- размер ущерба от градобития (Y_ϕ , тыс. руб.);
- сумма страхового возмещения (Y_{CB} , тыс. руб.).

в) Статистические данные о градоопасности территории:

- общая площадь рассматриваемой территории (S , га);
- площадь сельхозугодий на рассматриваемой территории (S_K , га);
- среднее многолетнее число случаев выпадения града (n);
- средняя многолетняя площадь повреждения (S_{100} , га);
- средний многолетний процент потерь урожая от градобитий (K , %).

3.5. Порядок обследования площади градобития

84. Оценка реальной площади выпадения града, площади и степени повреждений и ущерба от града осуществляются на основе обследования площадей выпадения града с выездом на место выпадения града. Детальное обследование пострадавших посевов обеспечивает обнаружение любого даже мелкомасштабного градобития и оценку реального ущерба, так как каждое растение, зеленое насаждение или объект является индикатором града.

85. Для минимизации субъективного фактора комиссия по обследованию должна включать представителей СОАВ, пострадавшего от града хозяйства и страховой компании.

86. Обследование ЗТ и КТ осуществляется по окончании воздействия на градовые процессы с целью определения:

- места и времени выпадения града;
- характеристик градовых осадков (размер и интенсивность града, толщина слоя града, длина и ширина градовой дорожки) и характеристик сопутствующих явлений (ливневые дожди, ветер, смыв почвы, паводки);
- обмер площади градобития, ее длины и ширины;
- оценка степени повреждений;
- оценка ущерба с выявлением реальных причин ущерба (от града, сильного ветра, смыва пахотного слоя, подтопления и т.п.).

87. Районы возможного выпадения града и маршрут объезда ЗТ и КТ определяют по карте кинетической энергии градовых осадков или карте ущерба от градобитий на фоне карты местности, полученной с помощью АСУ по методике, изложенной в руководстве по его эксплуатации.

88. Обследование района выпадения града осуществляется на каждом поврежденном поле, с учетом неоднородности интенсивности града по площади и пятнистости повреждений. Обследование посевов осуществляется в следующем порядке:

а) выбирается ряд площадок, расположенных по краям и в центре поврежденного поля, с произрастанием около 100 растений, поэтому размер площадки зависит от вида культур (пшеница, кукуруза, подсолнух, бахчевые);

б) на каждой выбранной площадке обсчитывается число погибших и частично поврежденных растений и рассчитывается степень повреждений в виде отношения числа погибших и серьезно пострадавших растений к общему числу растений на выбранной площадке;

в) определяется площадь поля (полей), к которому необходимо отнести данную степень повреждения;

г) по данным обследования на укрупненной карте полей проводятся изолинии степени повреждений, по которым в дальнейшем рассчитывается площадь градобития в пересчете на 100% повреждения.

89. Для оценки степени повреждений плодовых культур обследуется несколько деревьев в разных участках сада поперек полосы града и обсчитывается доля сбитых и поврежденных плодов.

90. Для обследования виноградника и ягодных культур выбирается несколько кустов с характерными повреждениями, и также обсчитывается доля погибших лоз и плодов. Ущерб от града рассчитывается на основе данных о средней урожайности пострадавшей культуры в предыдущие 5 лет, а также в сравнении с урожайностью на соседних не пострадавших участках.

91. По результатам обследования составляется акт по форме, представленной в РД 52.37.746-2010, в котором указываются дата и порядок обследования, результаты обследования, с акцентом на реальные причины повреждения зеленых насаждений от града, сопутствующего ветра, смыва интенсивными ливневыми осадками и т.д.

92. Члены комиссии по обследованию (оценщики) должны разбираться в физиологии растений, в повреждениях от гербицидов, неправильной технологии обработки и уметь учитывать при оценке стадию вегетации, качество посевов (густота, всхожесть, запоздалый сев) так как:

а) на ранней стадии вегетации важно учесть повреждение листьев, побегов растений, а ближе к стадии зрелости это не играет такой роли;

б) на величину потерь урожая влияет и последующая погода, и агротехника. Например, на богарных участках последующая засуха может привести к гибели посевов, а на поливных землях со своевременной культивацией посевы могут быть спасены.

93. Если оценщики затрудняются в оценке влияния повреждений на урожайность, то следует провести повторную оценку через 2 ÷ 4 недели, когда выяснится степень восстановления посевов, или отложить оценку до сбора урожая, и рассчитать его недобор, как это предусматривают инструкции по страхованию урожая.

Приложение № 14
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по защите
сельскохозяйственных растений от
градобития»

КЛАССИФИКАЦИЯ ГРАДОВЫХ ПРОЦЕССОВ

1. ГП в зависимости от термодинамических условий и пространственной структуры ветра в атмосфере имеют различную ячейковую структуру и динамику развития, различное пространственное строение и время существования КЯ, различные закономерности их эволюции во времени.

2. По особенностям структуры и динамики развития ГП делятся на следующие основные типы (рисунок 1):



Рисунок 1. Повторяемость P, % основных типов ГП на Северном Кавказе и синоптические ситуации, при которых они наблюдаются

– одноячейковые ГП, облачная система которых состоит из осесимметричных, не взаимодействующих между собой малоподвижных и

короткоживущих КЯ, зарождающихся в любой части облачной системы, из которой град выпадает локальными пятнами;

- неупорядоченные многоячейковые ГП, облачная система которых состоит из осесимметричных и несимметричных слабо взаимодействующих между собой КЯ, зарождающихся в любой части облачной системы, движущихся в разных направлениях с разной скоростью, из которых град выпадает пятнами или полосами;

- упорядоченные многоячейковые ГП, облачная система которых состоит из несимметричных периодически зарождающихся на наветренном фланге, взаимодействующих между собой КЯ, движущихся в Северном полушарии преимущественно вправо, а в Южном полушарии влево от направления ведущего потока, из которых град выпадает полосами;

- ГП переходного (гибридного) типа с модификациями, имеющими в структуре и динамике развития особенности упорядоченных многоячейковых и суперячейковых ГП, из которых град выпадает полосами;

- Суперячейковые ГП, состоящие из одной мощной несимметричной КЯ, длительное время существующей в стадии квазистационарного состояния и движущейся в Северном полушарии вправо, а в Южном полушарии - влево от направления ведущего потока, из которой град выпадает протяженной полосой.

3. Повторяемость ГП различных типов зависит от региональных условий и может изменяться от года к году. Наименьшую повторяемость (от 5 % до 10 % случаев) имеют суперячейковые ГП (рисунок 1), но в ряде регионов они дают от 60 % до 80 % ущерба от градобитий. Следует отметить, что тип ГП отчетливо проявляется на стадии максимального развития, до которого могут наблюдаться поля облачности без четкого проявления перечисленных признаков ГП разных типов.

4. Несимметричные КЯ ГП по особенностям строения и эволюции во времени делятся (рисунок 2) на два класса:

- а) с правосторонним развитием, имеющие область восходящего потока и область нового роста на правом наветренном фланге и движущиеся вправо от ведущего потока, характерные преимущественно для ГП Северного полушария, но отмечающиеся в редких случаях и в Южном полушарии;

- б) с левосторонним развитием, имеющие область восходящего потока и область нового роста на левом наветренном фланге, движущиеся влево от ведущего потока, преимущественно встречающиеся в Южном полушарии, но отмечающиеся в редких случаях в Северном полушарии.

ГП с правосторонним и левосторонним развитием могут наблюдаться одновременно или с небольшим сдвигом во времени на одной и той же территории. В таких случаях градовые полосы могут иметь разное направление и даже пересекаться. Место засева ГП с правосторонним и левосторонним развитием существенно отличается, поэтому для успешного предотвращения града очень важно правильно определить тип ГП.

5. Все типы ГП развиваются в дни с конвективной неустойчивостью и повышенным влагосодержанием атмосферы (особенно в приземном слое), а основополагающим фактором развития ГП с различной структурой КЯ (осесимметричных и несимметричных) является пространственная структура ветра.

6. Интенсивность градобитий зависит от закономерностей эволюции градовых облаков, из которых наибольшее значение имеют скорость развития и количество КЯ.

Установлено, что темп развития градовых облаков имеет следующие серьезные следствия:

- интенсивный град обычно выпадает из быстро развивающихся градовых облаков. Мощные градовые облака, как правило, имеют высокую скорость роста в стадии первого радиоэха;

- высокая скорость развития облака на стадии первого радиоэха способствует достижению большой мощности в стадии его зрелости.

Интенсивность градобитий зависит от количества КЯ:

- вероятность интенсивных градобитий обычно уменьшается с увеличением количества одновременно существующих КЯ;

- при развитии мощных суперячейковых облаков наблюдается тенденция диссипации остальных КЯ;

- разделение мощных градовых облаков на несколько КЯ приводит к понижению интенсивности градобитий;

- мощные градовые КЯ способствуют зарождению на наветренном фланге новых КЯ.

В свою очередь темп развития ГП и количество КЯ зависит от термодинамических характеристик атмосферы и структуры ветра в ней. Повышенная конвективная неустойчивость и влагосодержание приземной атмосферы способствует высокой скорости развития ГП, а структура ветра определяет пространственную структуру КЯ, тип ГП, количество развивающихся КЯ и длительность их существования.

7. Одонаячейковые ГП развиваются в малоградиентных полях пониженного и повышенного давления в дни с малыми скоростями ветра во всем слое облакообразования ($V_{\text{вп}} < 30$ км/ч) и малыми сдвигами ветра ($\gamma < 10^{-3} \text{ с}^{-1}$), и имеют следующие особенности:

- а) облачная система обычно состоит из нескольких одновременно существующих пространственно изолированных (иногда и не изолированных) и не взаимодействующих между собой осесимметричных КЯ, имеющих разные стадии развития (рисунок 3);

- б) радиоэхо КЯ в горизонтальном сечении имеет округлую форму и поперечные размеры порядка от 5 до 15 км, а в вертикальном сечении - осесимметричную форму, которая существенно трансформируется во времени и может служить показателем стадии развития;

- в) первое радиоэхо КЯ появляется после длительного (от 20 до 30 мин) развития конвективного облака и конденсационного роста облачных частиц.

Оно зарождается на стадии начала коагуляционного роста частиц над зоной восходящего потока в виде накрывающего его сверху навеса и обнаруживается МРЛ (ДМРЛ), когда размеры облачных частиц достигают более 100 мкм;

г) первое радиоэхо градообразующих КЯ зарождается в области отрицательных температур на высотах от 4 до 8 км над уровнем моря;

д) после появления первого радиоэха высоко зарождающихся КЯ отмечается быстрый (взрывной) рост мощности радиоэха, поперечных размеров и вертикальной протяженности радиоэха (в первую очередь максимума достигает высота повышенного радиоэха), и зачастую через 5 - 10 мин обнаруживается град, а через 10 - 15 мин отмечается максимальная высота радиоэха (H_B);

е) после достижения максимума развития область повышенного радиоэха с частицами осадков начинает распространяться вниз в область восходящих потоков, выпадающие осадки подавляют восходящие потоки и стимулируют нисходящие потоки, которые ведут к разрушению КЯ. Поэтому КЯ этого типа ГП являются короткоживущими со временем жизни от 20 до 40 минут;

ж) указателем зоны восходящих потоков является область «слабого радиоэха», в которой восходящие потоки выносят облачные частицы на большие высоты, а продукты конденсации и сублимации не успевают за время подъема вырасти до размеров, создающих обнаружимое радиоэхо;

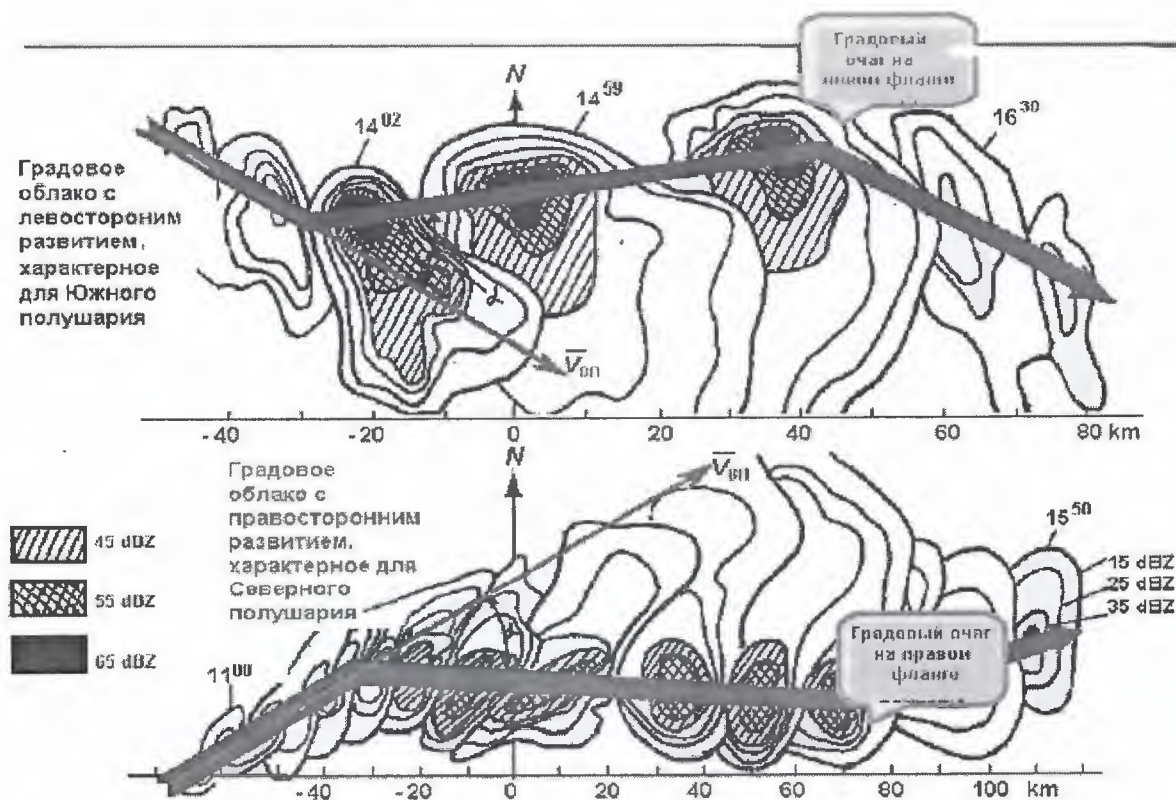
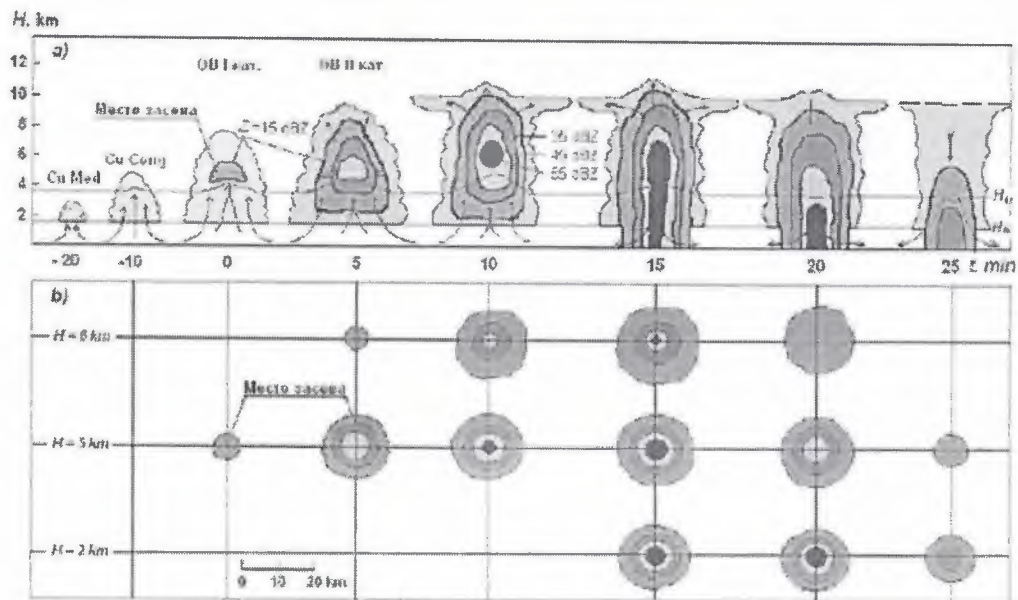


Рисунок 2. Структура радиоэха суперячейковых облаков с левосторонним а) и правосторонним б) развитием в указанные моменты времени



а) эволюция во времени вертикального сечения радиоэха КЯ;
 б) эволюция во времени горизонтальных сечений радиоэха КЯ на высотах 2, 5 и 8 км. Рекомендуемое место засева указано штриховкой

Рисунок 3. Схема эволюции отдельной КЯ в одноячейковых ГП

з) КЯ малоподвижны, но могут перемещаться с относительно малыми скоростями (от 5 до 25 км/ч) по разным направлениям и с разными скоростями (под влиянием орографической циркуляции);

и) при разрушении одной КЯ в другом месте зарождаются новые КЯ;

к) количество одновременно существующих КЯ обычно тем меньше, чем большей мощности достигают они в своем развитии;

л) место зарождения новых КЯ носит случайный характер и определяется контактной конвекцией, обусловленной характером рельефа и подстилающей поверхности. В условиях Северного Кавказа развитие одноячейковых ГП зачастую начинается над горами в первой половине дня и постепенно их развитие перемещается (во второй половине дня) в предгорья и примыкающую равнину. Новые КЯ зарождаются независимо от местоположения предыдущих и слабо дрейфуют над местностью с разной скоростью и по разным направлениям;

м) вследствие короткого времени жизни и малой подвижности КЯ град из них обычно выпадает локальными пятнами с поперечными размерами от 0,1 до 6 км.

7. Облачные системы многоячейковых ГП состоят из нескольких одновременно существующих КЯ, находящихся на разных стадиях развития, имеющих поперечные размеры порядка от 20 до 90 км и высоты радиоэха от 10 до 14 км. В зависимости от пространственной структуры ветра в атмосфере могут реализовываться три различных по строению и динамике

развития подтипа многоячейковых ГП: упорядоченные, неупорядоченные и слабо организованные.

7.1. Неупорядоченные многоячейковые ГП являются переходным типом ГП от одноячейковых к упорядоченным многоячейковым. Они развиваются в дни, когда направление ветра в атмосфере изменяется с высотой (например, в приземном слое - восточный, в слое от 3 до 5 км - юго-западный, в слое от 5 до 8 км - северо-западный и т.п.), а его скорость значительна на всех высотах. Такая структура ветра обуславливает асимметрию конвективных ячеек (КЯ), находящихся на периферии облачной системы, разное направление наклона и навеса их радиоэха и даже разные направления и скорости перемещения. Они имеют следующие особенности:

а) облачная система состоит из нескольких, а зачастую из множества слабо взаимодействующих между собой КЯ, находящихся на разных стадиях развития;

б) КЯ в зависимости от своего местоположения могут иметь разное строение: находящиеся в центре облачной системы преимущественно осесимметричны, а на периферии облачной системы обычно имеют несимметричное строение и навес радиоэха, указывающий на местоположение восходящего потока (рисунок 4);

в) направление навеса радиоэха для разных КЯ обычно различно и связано с направлением действующего на них потока, поэтому навес радиоэха КЯ может быть ориентирован как вправо, так и влево от ведущего потока. Соответственно, КЯ могут иметь правостороннее или левостороннее развитие;

г) КЯ могут возникать в любой части облачной системы и иметь различные направления и скорости перемещения;

д) место возникновения новых КЯ и диссипации старых КЯ трудно предсказать, что осложняет АВ на них;

е) направление и скорость перемещения КЯ может существенно отличаться;

ж) град может выпадать пятнами из малоподвижных КЯ и полосами из несимметричных перемещающихся КЯ.

7.2. Упорядоченные многоячейковые ГП имеют фронтальное происхождение и развиваются в дни, когда направление ветра в слое облакообразования почти не меняется, а его скорость растет с высотой. Скорость ведущего потока $V_{вп}$ варьируется от 40 до 100 км/ч. Сдвиг ветра обычно умеренный от 10^{-4} до $5 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Наличие такого сдвига ветра обуславливает асимметричность КЯ. В упорядоченных многоячейковых ГП, в отличие от КЯ одноячейковых ГП, обеспечивается лишь частичное торможение восходящих потоков выпадающими осадками и более продолжительное время существования КЯ. Такие ГП представляют собой класс хорошо организованных по структуре и динамике развития ГП и имеют следующие отличительные особенности:

а) облачная система обычно состоит из трех и более несимметричных взаимодействующих между собой КЯ и периодически обновляется за счет развития новых КЯ;

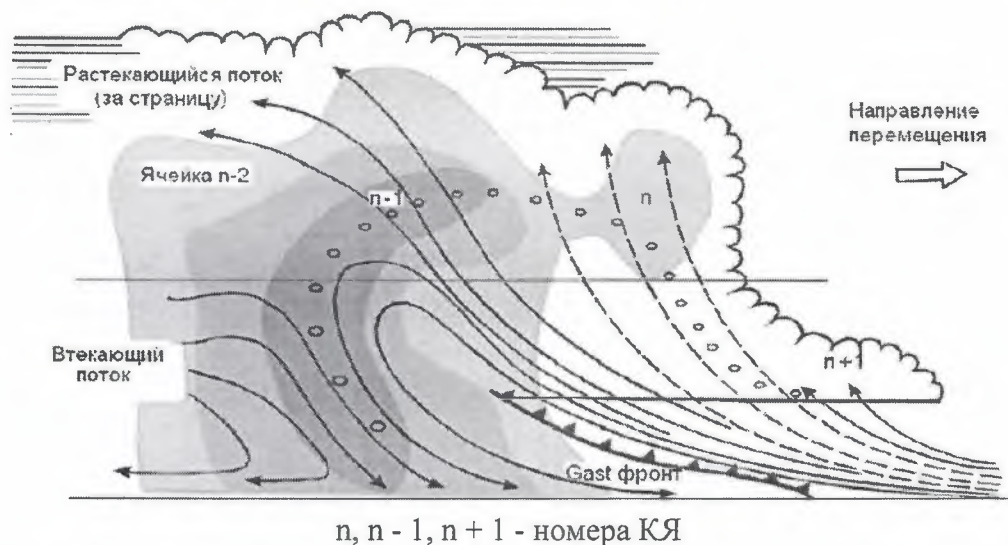


Рисунок 4. Схема ячейковой структуры облачной системы упорядоченного многоячейкового ГП по Браунингу и Футу

б) новые КЯ обычно зарождаются на наветренном фланге облачной системы (в Северном полушарии на правом наветренном фланге, в Южном полушарии на левом наветренном фланге), а диссипация старых КЯ происходит на подветренном фланге;

в) усиление очередной КЯ приводит к зарождению на ее наветренном фланге новой КЯ, которая быстро развиваясь, своими осадками частично подавляет восходящий поток, питающий предыдущую (материнскую) КЯ, приводит к ее ослаблению и диссипации;

г) периодичность появления новых КЯ в условиях Северного Кавказа составляет от 10 до 30 мин;

д) за время существования упорядоченных многоячейковых ГП может развиваться несколько, а иногда и десятки КЯ;

е) КЯ многоячейкового ГП имеют структуру и поведение, подобные одноячейковым ГП, но при этом имеют значительную асимметричность и наклон в направлении перемещения или вправо от него в виде навеса мощного радиоэха, являющегося указателем области восходящих потоков, выделяемой в структуре радиоэха как область слабого радиоэха. Время существования этой области составляет от 10 до 20 мин, а скорость восходящих потоков может достигать от 20 до 40 м/с;

ж) градовый очаг располагается преимущественно на наветренной стороне КЯ, а область восходящего потока - впереди и правее градового очага. Градовый очаг имеет наклон в сторону зоны восходящих потоков, образуя над ней навес мощного радиоэха;

и) навес радиоэха градовых КЯ обычно направлен вправо от направления смещения облачной системы и вправо от направления перемещения КЯ;

к) первое радиоэхо градовых КЯ обычно зарождается выше уровня изотермы 0°C (на высотах от 4 до 8 км);

л) направление перемещения облачной системы (т.е. распространения процесса облакообразования) отклоняется вправо от направления ведущего потока на угол β , варьирующийся в пределах от 5 до 40 градусов (складывается из перемещения КЯ и периодического развития новых КЯ на правом фланге);

м) КЯ движутся влево от облачной системы (под углом от 0 до 30 градусов), но вправо от ведущего потока (на угол от 5 до 40 градусов, который тем больше, чем интенсивнее ГП);

н) скорость перемещения облачной системы от 2 до 2,5 раз меньше скорости ведущего потока, а КЯ отстают от него примерно от 1,5 до 2 раз. Причем слабые КЯ увлекаются ведущим потоком, а мощные градовые КЯ отстают от него и движутся вправо;

о) скорость перемещения КЯ варьируется в пределах от 30 до 50 км/ч, достигая иногда 80 км/ч;

п) градобития при этих ГП могут наблюдаться из нескольких КЯ, каждая из которых дает полосу града обычно от 3 до 10 км шириной и от 10 до 50 км длиной, поэтому градобития охватывают значительную территорию.

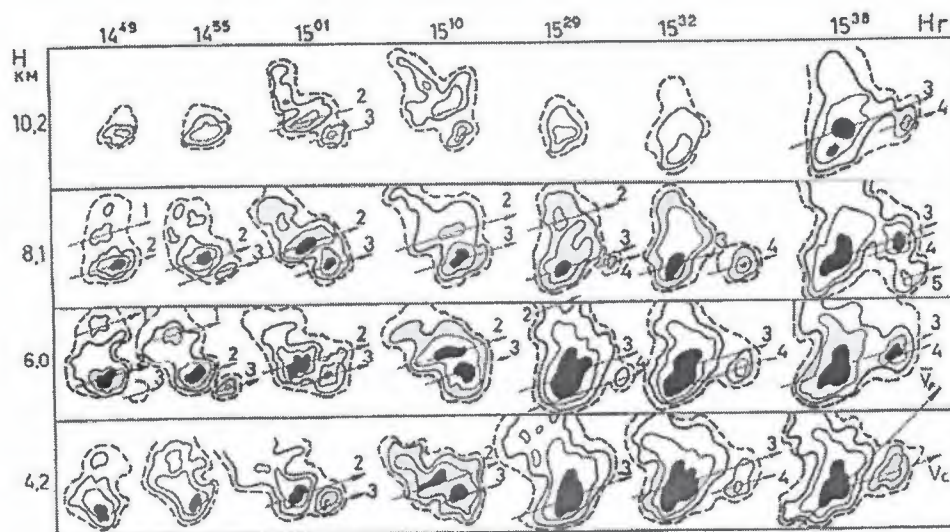


Рисунок 5. Характерная картина эволюции ГП переходного типа первого подтипа (стрелками показано направление перемещения КЯ с указанными номерами)

8. ГП переходного типа с модификациями также относятся к классу хорошо организованных ГП, промежуточных между упорядоченными многоячейковыми и суперячейковыми, и развиваются в дни с высокой конвективной неустойчивостью и повышенным влагосодержанием атмосферы, когда ветер одного направления нарастает с высотой, но в

приземном слое имеет направление, отличное от ветра в среднем слое облакообразования (рисунок 5). Их развитию благоприятствует прохождение холодных фронтов и фронтов окклюзии по типу холодного. Эти ГП сопровождаются интенсивными градобитиями и делятся на три подтипа.

8.1. Первый подтип ГП переходного типа на стадиях развития и диссипации обычно состоит из 2 или 3 КЯ и имеет особенности упорядоченного многоячейкового ГП, а на втором этапе, на стадии максимального развития, отмечается достаточно длительное существование одной мощной КЯ, имеющей особенности структуры и динамики развития суперячейки (рисунок 6).

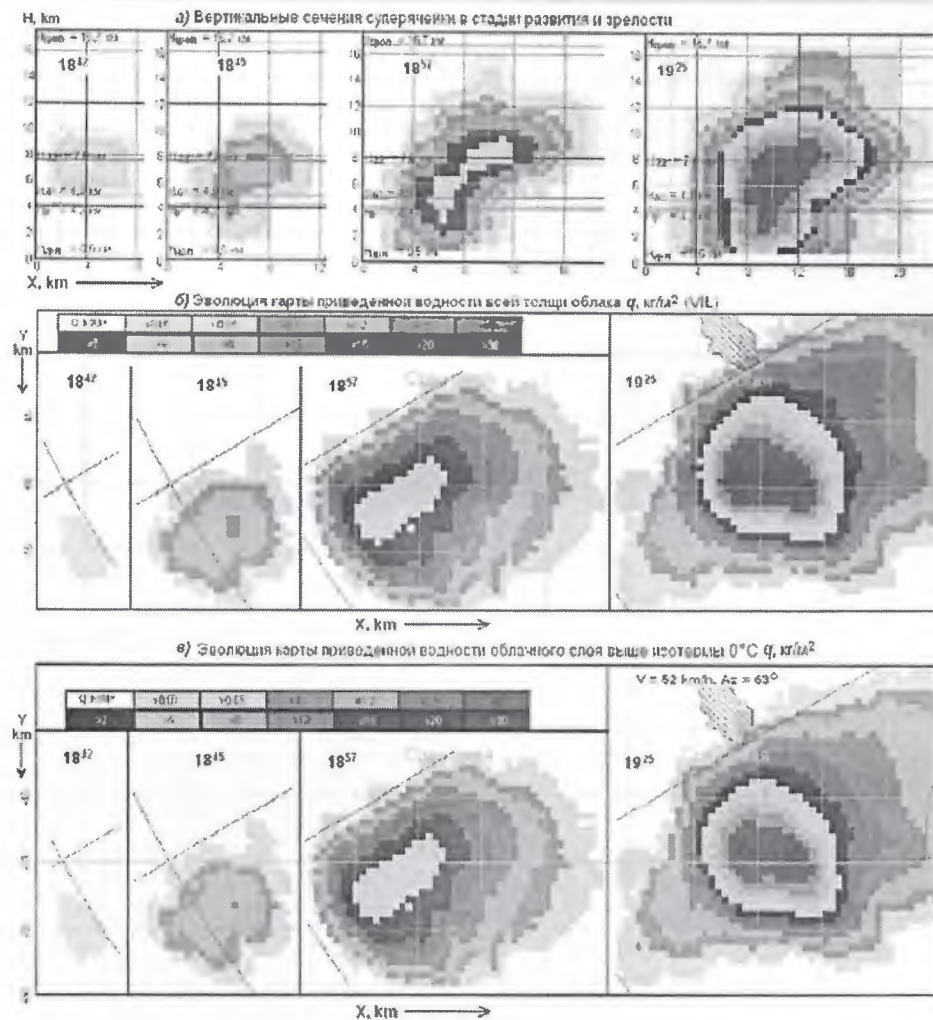
На третьем этапе суперячейка трансформируется в упорядоченный многоячейковый ГП. КЯ в нем, как и в случае упорядоченных многоячейковых ГП, несимметричны, имеют навес радиоэха, ориентированный вправо от направления перемещения на угол φ равный от 0 до 40 градусов. Направление перемещения КЯ на стадии максимального развития отклоняется вправо от ведущего потока на угол от 0 до 30 градусов.

8.2. Второй подтип ГП переходного типа состоит из нескольких периодически возникающих на правом фланге новых КЯ, но в отличие от упорядоченных многоячейковых ГП КЯ пространственно разнесены (их радиоэхо изолировано друг от друга). Структура и динамика развития каждой КЯ при этом напоминает особенности суперячеек (несимметричное строение, навес радиоэха, квазинепрерывное обновление во фронтальной правофланговой части). Новые КЯ формируются на наветренном фланге справа от предыдущей КЯ, на удалении от 20 до 40 км от нее и с периодичностью от 40 до 60 мин. Полосы осадков из каждой КЯ обычно параллельны друг другу и ориентированы вправо от ведущего потока, а процесс облако- градообразования отклоняется вправо от ведущего потока на угол до 90 градусов.

8.3. Третий подтип ГП переходного типа на первом этапе имеет структуру и особенности суперячейки со значительным отклонением навеса радиоэха вправо от направления перемещения. В дальнейшем навес радиоэха постепенно разворачивается по направлению перемещения, а на наветренном фланге формируется новый навес радиоэха (вторая область восходящих потоков) под углом 90 градусов к направлению перемещения облака. Через 10 - 20 мин старый навес исчезает, новый увеличивается и также начинает разворачиваться на подветренную сторону. Подобные ротации зоны восходящих потоков с цикличностью около 90 мин отмечаются и в мощных многоячейковых ГП.

9. Суперячейковые ГП обычно формируются при прохождении фронтов окклюзии по типу холодного в дни с умеренной и сильной конвективной неустойчивостью, высоким влагосодержанием атмосферы особенно в приземном слое, где формируется восходящий поток. Ветер (со средним и сильным сдвигом) имеет одно направление в среднем и верхнем слое облакообразования и разворот в нижнем слое тропосферы примерно на

90 градусов (с юго-восточного на юго-западный). Такая структура ветра благоприятствует пространственному разделению области восходящих потоков и выпадающих осадков, исключая, тем самым, подавление восходящих потоков осадками и обеспечивая длительное существование суперячейки. Суперячейковые ГП являются наиболее мощными среди ГП и имеют следующие особенности:



а) вертикальные сечения в изолиниях Z : в период времени зарождения в 18:42, в стадии развития в 18:45 и 18:57 и в стадии зрелости в 19:25; б) карты приведенной водности всей толщи облака; в) карты приведенной водности переохлажденного слоя облака

Рисунок 6. Эволюция структуры радиоэха суперячейки в процессе развития до стадии зрелости

а) облачная система состоит из одной сверхмощной КЯ, имеющей обычно эллиптическую форму, с характерными горизонтальными размерами от 30 до 50 км и высотой от 11 до 16 км;

б) характерной особенностью суперячеек является наличие на наветренном фланге обширного навеса радиоэха (рисунок 6). Навес радиоэха является указателем наличия мощного восходящего потока, скорость которого W составляет от 20 до 50 м/с. Основание области восходящего

потока выделяется в виде области слабого радиоэха, ограниченного во фронтальной и правобланговой частях высокими градиентами отражаемости и крюком радиоэха в приземном слое, а сверху накрывается навесом мощного радиоэха (иногда и свесом радиоэха). Область навеса радиоэха может изменяться в размерах, но сохраняется продолжительное время;

в) градовый очаг и зона повышенного радиоэха в суперячейке сдвинуты на наветренный фланг и располагаются на стыке с зоной мощных восходящих потоков и частично накрывают ее (рисунок 6);

г) развитию суперячеек обычно предшествует облачная система из нескольких КЯ или фронтальная полоса грозových очагов. При этом суперячейка формируется из новой КЯ, зарождающейся на правом фланге и несколько впереди облачной системы;

д) после формирования суперячейка приобретает хорошо организованную структуру, которая сохраняется в течение длительной стадии квазистационарного состояния, в которой она без существенных изменений характеристик может существовать до нескольких часов. В этой стадии суперячейка перемещается почти прямолинейно со скоростью примерно в 2 раза меньше скорости ведущего потока, отклоняясь от направления ведущего потока на угол от 10 до 90 градусов: вправо - в случае правостороннего развития и влево - в случае левостороннего развития;

е) по мере развития суперячейки все другие КЯ распадаются, и к моменту ее максимального развития в радиусе нескольких десятков км других КЯ не наблюдается. В течение одного дня может наблюдаться от 2 до 4 суперячейковых ГП, разнесенных во времени зарождения от 1 до 2 ч и в пространстве от 30 до 70 км.

9.1. Суперячейковый ГП сопровождается катастрофическими градобитиями на площади шириной от 4 до 20 км и длиной от нескольких десятков км до 200 км. Диаметр выпадающего града может иногда достигать 6 см и более.

9.2. Большая продолжительность жизни суперячеек обусловлена также тем, что интенсивные градовые и ливневые осадки на наветренном фланге стимулируют формирование мощного нисходящего потока, который, растекаясь у поверхности земли, образует мезофронт (Gast фронт на рисунке 7), распространяющийся впереди зоны осадков и обуславливающий вынужденный подъем предоблачного воздуха, скорость которого значительно возрастает выше уровня конденсации за счет выделения теплоты конденсации и обеспечивает интенсивное градообразование. Выпадение интенсивных осадков поддерживает существование мезофронта, который стимулирует формирование мощной струи восходящего потока. Такой устойчивый процесс градообразования имеет непрерывное распространение в пространстве за счет квазинепрерывного обновления во фронтальной части и разрушения в тыловой. Обновление во фронтальной части происходит дискретно за счет развития с периодичностью от 2 до 5 мин фидерных

облаков, первое радиоэхо которых возникает на наветренном фланге навеса радиоэха и сливается с ним по мере развития.



а) вид сверху; б) вид сбоку

Рисунок 7. Схема облачной системы суперячейкового ГП