



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ПРИКАЗ

03.12.2020

Москва

№ 532

Об утверждении временных методических указаний в области активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (регулирование осадков)

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 (регулирование осадков) применять временные методические указания в области активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (регулирование осадков), утверждаемые настоящим приказом.

2. Не допускать проверку соблюдения временных методических указаний в области активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (регулирование осадков) 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 (РЕГУЛИРОВАНИЕ ОСАДКОВ)

I. Общие положения

1. Настоящие временные методические указания в области активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы (регулирование осадков) (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 нормы и правила к организации и проведению работ по регулированию осадков, осуществляемых юридическими лицами.

2. Настоящие временные методические указания направлены на обеспечение выполнения работ по регулированию осадков с целью снижения негативных последствий засухи, снижения пожарной опасности в лесах и тушения лесных пожаров, улучшения погодных условий над заданными районами, включая мегаполисы, сокращения количества осадков.

3. 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) юридическими лицами, являющимися специализированными организациями активного воздействия (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).

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

5. Перечень документов Росгидромета, которые легли в основу настоящих временных методических указаний приведен в приложении № 2.

II. Требования, предъявляемые к специализированным организациям активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы, выполняющим работы по регулированию осадков

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

6. К объектам необходимым для выполнения работ по регулированию осадков (далее – РО) 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 РО, и (или) помещения для работников СОАВ.

7. В число таких зданий и (или) помещений, сооружений, иных объектов входят:

- оперативный центр управления работами по РО (ОЦ);
- склады хранения САВ (постоянные и/или временные);
- самолеты, типы и оборудование которых соответствует приложению № 3 к настоящим временным методическим указаниям (при применении авиационной технологии РО);
- пункты воздействия (при применении наземной технологии РО).

8. Из ОЦ осуществляется общее руководство работами по РО. В ОЦ устанавливается оборудование для получения радиолокационной информации, средства оперативного доступа к данным элементов информационно-измерительной системы (радио- и телефонная связь, компьютеры с выходом в сеть Интернет). Для обеспечения работ ОЦ располагает транспортными средствами для транспортировки дежурного персонала и экипажей самолетов, доставки реагентов и бортового питания экипажей и т.п. В ОЦ ведется журнал по форме приложения № 4 к настоящим временным методическим указаниям.

II.II. Требования к САВ (специальной технике, оборудованию, и (или) приборам)

9. В работах по РО используются САВ, указанные в таблице 1, технические средства для их применения, указанные в таблице 2, а также реагенты, указанные в таблице 3 приложения № 5 к настоящим временным методическим указаниям.

10. Принцип действия используемых для РО реагентов приведен в приложении № 6 к настоящим временным методическим указаниям.

11. Для проведения наблюдений за метеорологическими и другими геофизическими процессами и контроля за проведением работ по активному воздействию (далее – АВ) на них используются радиолокационные средства, указанные в таблице 4 приложения № 5 к настоящим временным методическим указаниям.

12. 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 № 7 к настоящим временным методическим указаниям.

II.III. Требования к квалификации работников

12. При применении авиационной технологии РО необходимо наличие у СОАВ специалистов летной группы воздействия, наземной группы и ОЦ.

13. Летная группа воздействия формируется из расчета на 1 самолет:

– инженер по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы – 1 шт.ед.;

– инженер по средствам воздействия – 1 шт.ед.;

– инженер по средствам измерения – 1 шт.ед.

14. Наземная группа формируется из расчета на 1 самолет:

– техник по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы – 2 шт.ед.;

– водитель – 1 шт.ед.

15. Состав ОЦ формируется из:

– инженер по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы – 2 шт.ед.;

– синоптик – 1 шт. ед.;

– инженер по радиолокации – 1 шт.ед.;

– водитель – 1 шт.ед.

16. При применении наземной технологии РО необходимо наличие у СОАВ штата специалистов группы технического обслуживания наземных аэрозольных генераторов (далее – НАГ), группы управления НАГ и наземной группы ОЦ.

17. Состав группы технического обслуживания НАГ формируется из:

– инженер по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы – 1 шт.ед.;

– техник по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы – 1 шт.ед.

18. Состав группы управления НАГ формируется из расчета на 1 пункт воздействия (далее – ПВ):

– техник по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы – 2 шт.ед.

19. В состав наземной группы управления работами на ОЦ входит:

– инженер по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы – 2 шт.ед.

20. Требования к уровню квалификации, образованию и стажу работы указанных работников установлены приказом Минздравсоцразвития РФ от 16.02.2009 № 48 «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел

«Квалификационные характеристики должностей работников гидрометеорологической службы» и «ОК 009-2016. Общероссийский классификатор специальностей по образованию» (принят и введен в действие приказом Росстандарта от 08.12.2016 № 2007-ст).

III. Требования к наблюдениям для принятия решения о проведении работ по регулированию осадков

21. Работы по определению метеорологических характеристик облаков и атмосферы 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).

22. При отсутствии у СОАВ вышеуказанной лицензии метеорологическая информация (метеорологические/ авиаметеорологические характеристики, данные осадкомерной сети, данные радиозондирования, данные радиолокационных измерений и т.д.), а также прогностическая информация получается у юридических или физических лиц, имеющих такую лицензию.

23. В работах по РО используется метеорологическая информация, получаемая в реальном масштабе времени или в ближайший срок наблюдения. Использование метеорологической информации и синоптических материалов, полученных из неофициальных источников, а также публикуемых в сети Интернет в ознакомительных целях, не допускается.

24. Информация о рекомендуемых средствах измерения и измерительных комплексах приведена в приложении № 8 к настоящим временным методическим указаниям.

IV. Требования к проведению работ по регулированию осадков

25. Методы РО изложены в приложении № 9 к настоящим временным методическим указаниям.

26. Проведение авиационных работ по РО осуществляется в соответствии с приложением № 10 к настоящим временным методическим указаниям.

27. Проведение работ по искусственному увеличению осадков (далее – ИУО) с применением наземной технологии осуществляется в соответствии с приложением № 11 к настоящим временным методическим указаниям.

28. При необходимости проведения оценки результатов работ по РО ее проводят в соответствии с приложением № 12 к настоящим временным методическим указаниям.

29. Требования к безопасности проведения работ по РО приведены в приложении № 13 к настоящим временным методическим указаниям.

30. Информация об экологической безопасности работ по РО проводится в приложении № 14 к настоящим временным методическим указаниям.

V. Согласование программы на проведение работ по регулированию осадков

31. Программа на проведение работ по РО разрабатывается СОАВ по форме в соответствии с приложением № 15 к настоящим временным методическим указаниям, согласовывается с территориальным органом Росгидромета и утверждается руководителем СОАВ.

32. СОАВ направляет на согласование в территориальный орган Росгидромета по планируемому месту осуществления работ по РО проект программы на проведение работ по РО 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 РО или информирует СОАВ о невозможности ее согласования с обоснованием причин отказа.

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

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

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

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

37. 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.

Приложение № 1
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

1. В целях настоящих временных методических указаний применяются следующие основные термины и определения:

«азотный генератор» – криогенная установка для создания в переохлажденном облаке или тумане низкотемпературных капельных струй азота для инициирования в нем процесса гомогенного образования ледяных кристаллов (снежинок, ледяной крупы);

«активное воздействие на облака» (АВ) – преднамеренное изменение естественного хода гидрометеорологических процессов, происходящих в облаках, в желаемом направлении путем введения в них реагентов с целью увеличения или уменьшения количества атмосферных осадков;

«атмосферные явления» – визуально наблюдаемые в атмосфере явления;

«вертикальная мощность облака» – расстояние между верхней и нижней границами облака, в метрах;

«водность облака» – масса воды, находящейся в конденсированном состоянии в виде капель и кристаллов в единице объема облака, г/м^3 ;

«водозапас облака» – содержание воды в виде капель и ледяных кристаллов в вертикальном столбе единичного сечения, равного 1 м^2 , от основания до вершины облака;

«выход активных льдообразующих частиц» – число ледяных кристаллов, образующихся в облаке при заданной температуре в расчете на единицу массы вводимого в него реагента или с одного средства воздействия;

«генератор льдообразующего аэрозоля» (ГЛА) – устройство для получения льдообразующего аэрозоля механическим, тепловым, химическим и другими способами;

«динамический метод увеличения осадков» – метод вызывания или интенсификации процесса осадкообразования в облаке посредством усиления вертикальных восходящих движений в облачной среде.

«засев облака» – введение в облако льдообразующего или гигроскопического реагента в диспергированном, гранулированном или жидко-капельном состоянии;

«зона засева» – объем облака, в который вводится реагент с целью получения желаемого эффекта;

«искусственно вызванные осадки» – осадки, выпадающие из облаков в результате их засева льдообразующими или гигроскопическими реагентами;

«коллоидальная неустойчивость облака» - состояние облака, при котором часть составляющих облака капель воды или кристаллов льда укрупняется и выпадает из облака в виде осадков;

«конвективное облако» – облако, связанное с атмосферной конвекцией;

«критерии засева облака» – количественные характеристики облака, используемые для определения его пригодности для засева и принятия решения о засеве;

«линия засева» – линия, по которой производится засев облачности с целью направленного изменения хода облачных процессов, перемещающаяся вдоль ветрового переноса;

«льдообразующая эффективность реагента» – способность частиц льдообразующего реагента образовывать в переохлажденном облаке ледяные кристаллы, характеризуемая температурным порогом активности реагента и выходом активных льдообразующих частиц с 1 грамма реагента;

«льдообразующие ядра» – частицы аэрозоля естественного или искусственного происхождения, способствующие формированию ледяных кристаллов в переохлажденных облаках;

«льдообразующий реагент» – вещество, или смесь веществ, используемое в работах по активному воздействию на облака для создания в них ледяных кристаллов;

«метод перезасева» – интенсивный засев осадкообразующей облачности с целью снижения в ней эффективности механизмов осадкообразования вследствие создания чрезмерно высоких концентраций ядер кристаллизации, являющихся зародышами частиц осадков;

«метод активного воздействия на облака» – совокупность приемов, операций и средств активного воздействия на облака;

«разрушение мощного кучево-дождевого облака динамическим способом» – сброс в вершину мощного кучево-дождевого облака порошкообразного реагента для создания нисходящего потока среды;

«рассеивание слоистообразной облачности» – инициирование укрупнения облачных элементов для преждевременного выпадения осадков из облака на наветренной стороне от защищаемой территории, для получения зоны повышенной прозрачности или просвета над ней;

«норма расхода реагента» – количество реагента, вводимое в облако за единицу времени или на единицу длины полета воздушного судна;

«облако» – видимая совокупность взвешенных капель воды или ледяных кристаллов, или тех и других, находящихся на некоторой высоте над земной поверхностью;

«облако, пригодное для активного воздействия» – облако, находящееся в стадии развития или квазистационарном состоянии, соответствующее критериям засева, из которого возможно вызывание осадков;

«осадки» – вода в жидком или твердом состоянии, выпадающая из облаков, достигающая поверхности земли;

«осадкообразование» – физический процесс укрупнения жидких капель или ледяных кристаллов в облаках, в результате которого они начинают выпадать из облаков в виде осадков;

«переохлажденное облако» – облако, в котором облачные частицы находятся в жидко-капельном состоянии при отрицательных температурах;

«реагент» – вещество или смесь веществ, вносимых в облако с целью изменения его фазового или коллоидального состояния, микроструктуры, динамики развития и электрических свойств;

«статический метод увеличения осадков» – введение льдообразующих реагентов в переохлажденное облако, или гигроскопических частиц в теплое облако, эффективность осадкообразования в котором ограничена из-за недостатка в них естественных льдообразующих или гигроскопических ядер;

«специализированные организации активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы» (СОАВ) – юридические лица (в том числе юридические лица, создаваемые в установленном порядке Правительством Российской Федерации), осуществляющие защиту сельскохозяйственных растений от градобития, регулирование осадков, рассеивание туманов и спуск снежных лавин (Федеральный закон № 113-ФЗ);

«склад хранения средств активного воздействия» – хранилище для хранения средств активного воздействия или несколько хранилищ и их элементов с подсобными помещениями, сооружениями, расположенными на общей территории, предназначенное для хранения средств активного воздействия;

«температурный порог активности реагента» – максимальная температура, при которой в переохлажденном облаке, при введении льдообразующего реагента, образуются ледяные кристаллы;

«технология регулирования осадков» – совокупность мероприятий по засеву облаков реагентами, приводящих к вызыванию или предотвращению осадков, изменению интенсивности осадков;

«упаковка для сброса грубодисперсного порошкообразного реагента с борта воздушного судна» – коробчатая емкость с принудительным раскрытием, корпус которой изготовлен из плотного картона, внутри которого находится разъемный вкладыш с реагентом;

«фазовая неустойчивость облака» – метастабильное состояние облака, при котором капли воды находятся в жидком состоянии при отрицательных температурах;

«эффективность осадкообразования в облаке» – отношение объема выпавших из облака осадков к объему воды, поступившей в облако из нижних слоев атмосферы в виде пара, в %.

2. В целях настоящих временных методических указаний применяются следующие сокращения:

АСО-2И – автомат сброса отражателей;

ГМЧЛ-А – генератор мелкодисперсных частиц льда, авиационный;

ГЛА - генератор льдообразующего аэрозоля;

ДМРЛ - доплеровский метеорологический радиолокатор;

ЗТ – защищаемая территория – территория, над которой необходимо вызвать или предотвратить осадки;

МРЛ - метеорологический радиолокатор;

МПК - метод плавающего контроля

НАГ – наземный аэрозольный генератор;

ИУО – искусственное увеличение осадков;

ИУМО – искусственное уменьшение осадков;

ИВК – измерительно-вычислительный комплекс;

ОЦ – оперативный центр управления, оснащенный средствами информации, связи и управления, с которого осуществляется выдача команд на проведение АВ;

САВ – средства активного воздействия;

УВ-26 – устройство выброса пиропатронов;

Приложение № 2
к временным методическим
указаниям в области активного
воздействия на метеорологические и
другие геофизические процессы
«Требования к организации и
проведению работ по регулированию
осадков»

**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
(РЕГУЛИРОВАНИЕ ОСАДКОВ)**

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 52.11.677-2006 «Методические указания. Проведение работ по искусственному регулированию погодных условий в мегаполисах».

РД 52.11.678-2006 «Методические указания. Проведение работ по искусственному подавлению развития конвективных облаков самолетными средствами воздействия».

РД 52.04.674-2006 «Руководство по искусственному вызыванию осадков для охраны лесов от пожаров».

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».

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

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

РД 52.11.639-2002 «Методические указания. Методика оценки эффективности льдообразующих реагентов и пиротехнических составов в лабораторных условиях».

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

РД 52.11.332-93 «Методика выполнения радиолокационных наблюдений с помощью комплекса АКСОПРИ».

«Инструкция для оперативно-прогностических и авиаметподразделений Росгидромета по использованию информации ДМРЛ в синоптической практике», введена в действие приказом Росгидромета № 368 от 23.08.2016 г.

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

«Методические указания по использованию информации доплеровского метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С в синоптической практике». – ФГБУ «ЦАО», третья редакция. Ведены в действие приказом Росгидромета № 52 от 14.02.2014 г.

Приложение № 3
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

ТРЕБОВАНИЯ К САМОЛЕТАМ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

1. При РО наиболее эффективным является самолетный метод АВ. Это объясняется уровнем технического развития самолетных САВ, их высокой мобильностью, гибкостью и эффективностью методов самолетного АВ, допускающих возможность оптимизации процедуры АВ в зависимости от метеорологических условий.

2. Самолеты, применяемые в работах по РО должны иметь потолок полета, позволяющий проводить засев облаков с верхней границей от 4 до 8 км над уровнем земли, иметь возможность для сброса упаковок с грубодисперсными или гигроскопичными реагентами.

3. В качестве носителей авиационных технических САВ применяются самолеты, создаваемые на базе серийных типов самолетов, указанных в таблице 3 приложения № 16 к настоящим временным методическим указаниям, или их аналогов. Самолеты оснащаются средствами внесения реагентов в облака, приборами и оборудованием для измерения навигационных характеристик полета, основных термодинамических параметров атмосферы, оптических и микрофизических характеристик облаков, радиолокационных и радиометрических параметров облачности. Основные летно-технические характеристики самолетов, используемых в работах по РО приведены в таблице 3 приложения № 16 к настоящим временным методическим указаниям.

4. Установка технических САВ и оборудование самолета измерительными приборами производится по согласованию с конструкторским бюро - разработчиком самолета данного типа.

5. При АВ преимущественно на конвективные облака, включая ячейки затопленной конвекции во фронтальных облачных полях, один самолет типа Ан-26 или Ан-30 (или их аналоги) выполняет засев пригодных для этого облаков и облачных скоплений на площади до 25 тыс. км². При этом как правило реализуется до 75 % пригодных ситуаций в светлое время суток.

6. При АВ на мощные конвективные облака (с верхней границей до 8 км) засев их вершин самолетами Ан-26 или Ан-30 или их аналогами необходимо производить почти на уровне рабочего потолка этих самолетов. Для этого при проведении АВ в летний период рекомендуется использовать в качестве носителя САВ, имеющие потолок более 9 км и способные с

помощью пиропатронов обеспечить засев мощных конвективных облаков и их скоплений.

Приложение № 5
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

**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	Пиропатрон ПВ-50 и его модификации	Калибр, мм – 50 Масса состава активного дыма, г, не менее – 320 Длина трассы горения, км – 3,5 Пиросоставы с йодистым серебром (AgI) Высота применения, км, не менее – 4 Время горения, с, не менее – 60
2	Пиропатрон ПВ-26 и его модификации	Калибр, мм – 26,6 Масса состава активного дыма, г, не менее – 32 Длина трассы горения, км – 2 Высота применения патроном, км, не менее – 3 Время горения, с, не менее – 40 Пиросоставы с йодистым серебром (AgI)
3	Пиротехнический генератор САГ-ПМ и его модификации	Калибр, мм – 50 Масса состава активного дыма, кг, не менее – 0,21 Время горения пироэлемента, с – 75±15 Высота применения, км – до 3
4	Генератор льдообразующего аэрозоля ГЛА-105 и его модификации	Диаметр, мм, не менее – 104,5 Масса льдообразующего состава, кг, не менее – 0,11 Высота подъема, м, не менее – 150
5	Наземный аэрозольный генератор НАГ-07 и его модификации	Масса пиросостава льдообразующего аэрозоля, кг, не менее – 1,3 Время работы генератора, мин, не менее – 75

6	Самолетный аэрозольный генератор САГ-26 и его модификации	Калибр, мм – 26 Масса состава активного дыма, г, не менее – 92 Время горения, с, не менее – 300
---	---	---

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

№ п/п	Наименование	Основные характеристики
1	Авиационный генератор мелкодисперсных частиц льда на жидком азоте и его модификации	Масса не заправленного генератора, кг – от 80 до 110 Максимальная масса заправляемого жидкого азота, кг – от 80 до 100 Расход жидкого азота, кг/ч – от 0,5 до 10
2	Устройства для отстрела пиропатронов ПВ-50 и зарядки пиротехнических генераторов САГ-ПМ (КДС-155, УВ-30МК, АПП-50 и их модификации)	-
3	Устройства для отстрела пиропатронов ПВ-26 и зарядки пиротехнических генераторов САГ-26 (типа АСО-2И, УВ-26 и их модификации)	-
4	Мортиры для запуска генератора льдообразующего аэрозоля ГЛА-105	Диаметр, мм – 105 Длина, мм – 400
5	Углекислотный комплекс сброса гранул твердой углекислоты - дозатор СМК-0000 - изотермический контейнер гранул твердой углекислоты типа СТК-4, ТК-100ч и их аналоги	Расход, кг/мин – 3, 6, 10 Емкость, кг – от 350 до 2000

6	Самолетное дозирующее устройство сброса гранул твердой углекислоты СДУ	Масса загружаемого реагента, не менее, кг – 20 Количество режимов работы – 3 Расход реагента, кг/мин – 3; 6; 10
7	Упаковка для сброса грубодисперсных реагентов с летательных аппаратов «УП-25»	Объем, дм ³ , не менее – 30 Масса снаряженной упаковки, кг – 25 ± 2 Длина фала, м – 10 ± 1

Таблица 3. Перечень реагентов, применяемых специализированными организациями активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы

№ п/п	Наименование	Основные характеристики
1	Пиросоставы с йодистым серебром (AgI)	Температурный порог активности, °С – минус 7 Выход активных ядер кристаллизации с 1 г, ядер/г, не менее – $5 \cdot 10^{12}$ Содержание AgI, % – не менее 2
2	Твердая углекислота «сухой лед» (CO ₂)	Диаметр гранул, см – от 0,2 до 2 Температурный порог активности, °С – минус 4 Выход активных ядер кристаллизации с 1 г, ядер/г – от 10^{12} до 10^{13}
3	Жидкий азот (N ₂)	Температурный порог активности, °С – минус 1 Выход активных ядер кристаллизации с 1 г жидкого азота, ядер/г – $4 \cdot 10^{12}$ - $2 \cdot 10^{13}$
4	Пиросоставы с NaCl	Выход активных ядер конденсации с 1 г, ядер/г, не менее – $2,11 \cdot 10^{12}$ Содержание NaCl, % – до 15
5	Пиросоставы с KCl	Выход активных ядер конденсации с 1 г, ядер/г, не менее – $2,75 \cdot 10^{12}$ Содержание KCl, % – до 20
6	Гигроскопический порошок ГП-1	Размеры частиц, мкм – от 0,1 до 15 Насыпная плотность, г/см ³ – 0,55 Содержание NaCl, % – 90 Содержание SiO ₂ , % – 10
7	Грубодисперсный порошок – смесь природных глиноземов с 4% добавкой гипса (цемент)	Цемент – М500 Оптимальная дисперсность, см ² /г – от 2500 до 4500 Модальный размер частиц, мкм – от 5 до 15
8	Раствор йодистого серебра в ацетоне	Выход активных ядер кристаллизации с 1 г, ядер/г, не менее – $1 \cdot 10^{12}$

Таблица 4. Перечень средств наблюдений за метеорологическими и другими геофизическими процессами и контроля за проведением работ по активному воздействию на них

№ 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
3	Доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ-С	Длина волны, см – 5,8 Передатчик – клистронный Импульсная мощность, кВт не менее – 15 Длительность импульса, мкс – от 1,0 до 60,0 Частота зондирования, Гц – от 300 до 1500 Потребляемая мощность, кВт, не более – 10 Приемник – 2/4 канала (1/2 поляризации) Динамический диапазон каждой поляризации, дБ, не менее – 100
4	Доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ-3	Длина волны, см – 3 Рабочий диапазон частот, МГц – от 9550 до 9650 Передатчик – транзисторный Импульсная мощность, кВт, не менее – 0,3 Длительность импульса, мкс – от 0,15 до 100,0 Частота зондирования, Гц – от 300 до 5000 Потребляемая мощность, кВт, не более – 4 Стабильность зондирующего сигнала, дБ, не менее – 50

		Максимальная скорость сканирования, оборотов в минуту – 24 Полностью твердотельный
--	--	--

Приложение № 6
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

РЕАГЕНТЫ ДЛЯ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВА ИХ ВВЕДЕНИЯ В ОБЛАКА

1. В качестве реагентов в работах по РО используют йодистое серебро, твердую углекислоту («сухой лед»), жидкий азот и грубодисперсный реагент (порошок).

2. Кристаллическая структура йодистого серебра AgI аналогична структуре естественного льда. Частицы йодистого серебра оказываются такими же эффективными льдообразующими ядрами, как и ледяные частицы, с той лишь разницей, что AgI имеет более низкий температурный порог активности – минус 7 °С.

Диспергирование AgI в облака проводится путем сброса (отстрела с помощью специальных устройств) с самолета сверху в вершины засеваемых облаков горящих пиротехнических шашек (пиропатронов) с AgI. Сгорая в процессе свободного падения в толще облака, шашки выделяют во всем переохлажденном облачном объеме большое количество кристаллов йодистого серебра, и, тем самым обеспечивают его быстрый засев.

3. Для засева переохлажденных осадкообразующих облаков в работах по РО применяется гранулированная твердая углекислота CO₂. Принцип засева состоит в том, что при падении в толще облака гранулы CO₂ за счет их чрезвычайно низкой температуры (около минус 80°С) охлаждается воздух в непосредственной близости от траектории движения гранулы до температуры ниже минус 40°С, при которой происходит спонтанное замерзание переохлажденных капель воды. В результате при пролете каждой гранулы в облаке за счет замерзания капель и кристаллизации конденсирующегося водяного пара образуется большое количество ледяных частиц, с помощью которых происходит кристаллизация верхней части облаков.

Засев осуществляется путем дозированного сброса в облака гранул CO₂ размером от 0,2 до 2,0 см при пролете самолета над верхней границей засеваемого слоя. Температурный порог активности CO₂ составляет около минус 4 °С.

4. Применение жидкого азота для засева облаков при РО основывается на использовании его низкой температуры для значительного понижения температуры в облачной среде с переохлажденными каплями, при котором

происходит генерация мелкодисперсных ледяных частиц. При этом, в отличие от засева гранулами твердой углекислоты CO_2 , генерация ледяных частиц происходит не во всей толще засеваемого облачного слоя, а лишь вдоль трассы полета самолета, на котором установлено устройство для рассеивания жидкого азота. Этот метод используется на практике для засева относительно тонких переохлажденных облачных слоев или как дополнительное средство при засеве облаков йодистым серебром или твердой углекислотой.

Существенными достоинствами метода засева облаков с использованием жидкого азота являются его наиболее высокий среди всех реагентов температурный порог активности – около минус $0,5\text{ }^\circ\text{C}$, и абсолютная экологическая безопасность.

5. Для динамического разрушения облаков в качестве реагента применяется грубодисперсный порошок. Эффективность действия порошкообразного реагента существенно зависит от состава порошка, его гидрофильности, удельного веса и дисперсности. Очень грубый или слишком тонкий помол приводят к снижению эффективности действия порошкообразного реагента.

Оптимальная дисперсность порошкообразного реагента (суммарная поверхность всех частичек его весовой единицы), обеспечивающая наиболее высокую степень увлечения падающим аэрозольным облаком окружающего воздуха и облачной массы, должна составлять примерно $3000\text{ см}^2/\text{г}$. Это значение дисперсности соответствует среднему размеру частиц – примерно около 5 мкм . Наиболее полно указанным выше свойствам соответствует обычный строительный цемент, состоящий из природных глиноземов с четырехпроцентной добавкой гипса. Кроме цемента в качестве порошкообразного реагента могут использоваться также белая глина, окись меди, песок с дисперсностью около $3000\text{ см}^2/\text{г}$.

Оптимальной нормой расхода порошкообразного реагента является 5 кг порошка на 1 облако. Для мощных кучевых и кучево-дождевых облаков нормы расхода порошкообразного реагента возрастают, и составляют для изолированного облака до 30 кг .

6. Для внесения реагентов в облака самолеты оборудуются соответствующими устройствами и приборами.

7. Для отстрела пиропатронов с йодистым серебром самолеты оборудуются устройствами типа КДС-155, АСО-2И и УВ-26.

8. Комплект автоматического устройства типа КДС-155 предназначен для отстрела пиропатронов типа ПВ-50 и включает в себя 4 кассетных держателя пиропатронов по 15 стволов в каждом (всего 60 стволов), пульт управления и распределительное устройство. Комплект устройства должен иметь возможность автоматического и ручного управления отстрелом пиропатронов в следующих режимах:

– отстрел единичных пиропатронов;

– отстрел пиропатронов любыми сериями с интервалом между последовательными отстрелами от 0,05 до 0,50 с;

– залповый отстрел всех пиропатронов комплекта.

9. Автомат типа АСО-2И для отстрела пиропатронов типа ПВ-26 состоящий из двух балок, в каждой из которых имеется по 32 ствола-держателя пиропатронов 26-миллиметрового калибра, и системы управления, должен предусматривать как отстрел единичных пиропатронов, так и отстрел пиропатронов сериями с регулируемым интервалом внутри серии от 0,3 до 1,0 с.

10. Автомат типа УВ-26 для отстрела пиропатронов типа ПВ-26 состоит из пульта управления, блока управления, блока выключателей и 16 держателей пиропатронов калибра 26 мм. Держатель состоит из балки, устанавливаемой на самолете, и съемной кассеты, снаряжаемой 32 патронами калибра 26 мм. Устройство должно обеспечивать отстрел патронов по программам – одиночно, залп по 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (под залпом понимается отстрел патронов за время не более 50 мс); непрерывная серия одиночных патронов; непрерывная серия залпов; серия 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12; 15 патронов или залпов с интервалами между одиночными патронами или залпами 0,125, 0,25, 0,5, 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 с.

11. Засев облаков с самолета твердой углекислотой CO_2 в виде гранул, выполняется с помощью специальных устройств через предусмотренные для этого отверстия в виде шахт в корпусе самолета. Используемые для засева дозирующие устройства должны регулировать расход реагента в пределах от 0,1 до 10,0 кг/мин. Гранулы углекислоты должны храниться на борту самолета в термоизолированных контейнерах в период подготовки и выполнения полета.

12. Для засева облаков мелкодисперсными льдообразующими ядрами с использованием жидкого азота в ФГБУ «ЦАО» был разработан азотный генератор мелкодисперсных частиц льда авиационный (ГМЧЛ-А).

Принцип действия ГМЧЛ-А заключается в том, что путем создания избыточного давления в емкостях с жидким азотом обеспечивается его подача по системе трубопроводов в установленный за бортом самолета распылитель, через который он в виде факела значительно охлажденного воздуха с температурой ниже минус 90°C выводится в атмосферу. Атмосферная влага, попадающая в этот факел, мгновенно кристаллизуется за счет сильного охлаждения.

13. Для порционного введения порошкообразного реагента в облака самолеты должны оборудоваться специальными устройствами, позволяющими производить сброс порошкообразного реагента в необходимых количествах. На самолетах типа АН-12, в подавляющем большинстве случаев используемых в настоящее время для АВ, для засева облаков используются упаковки для сброса грубодисперсного порошкообразного реагента с борта воздушного судна с принудительным

раскрытием, сбрасываемые с самолета с помощью рольганговых транспортеров.

Конструктивно упаковка для сброса грубодисперсного порошкообразного реагента с борта воздушного судна представляет собой картонный или пенопластовый корпус (с рекомендуемыми размерами приблизительно 260*260*380 мм), закрываемый крышкой из того же материала, что и корпус. Конструкция упаковки должна предусматривать определенный механизм ее автоматического принудительного раскрытия после сброса с борта самолета. При раскрытии упаковки ее корпус разделяется на небольшие элементы, безопасные как для наземных объектов, так и для воздушных судов.

Для раскрытия картонных упаковок, используемых, для сброса грубодисперсного порошкообразного реагента с борта воздушного судна используется механизм принудительного их раскрытия. Он состоит в том, что фал крепится к специальной обвязке упаковки. После сброса упаковки с самолета и ее удаления от него на длину фала обвязка упаковки за счет динамического удара при натяжении фала сдергивается, и при этом происходит разрыв коробки и рассеивание порошкообразного реагента.

Рольганговый транспортер для сброса упаковок с порошкообразным реагентом состоит из накопителя (рольганговая дорожка с упаковками), механизма сброса и пульта управления. Каждая упаковка должна перед сбросом с помощью карабина подсоединяться вторым концом прикрепленного к ней фала к фиксатору внутри фюзеляжа самолета. Длина фала обычно составляет около 10 м. Масса каждой упаковки, сбрасываемой с транспортера, составляет от 25 до 30 кг. Минимальный интервал между последовательными сбросами двух упаковок составляет около 2 с.

Приложение № 7
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

ПОРЯДОК УЧЕТА И ХРАНЕНИЯ СРЕДСТВ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

1. На партии САВ, указанные в таблице 1, а также на технические САВ, указанные в таблице 2 приложения № 5 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. Технические характеристики САВ гарантируются техническими условиями на них.

2. Учет и хранение технических САВ, средств наблюдения, а также веществ и реагентов, указанных в таблицах 2 – 4 приложения № 5 к настоящим временным методическим указаниям, осуществляются 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. На каждый временный склад хранения САВ, содержащих пиротехнические вещества, составляется паспорт временного склада хранения САВ, содержащих пиротехнические вещества (далее – паспорт), в двух экземплярах. Паспорт рекомендуется составлять по форме рисунка 1 настоящего приложения. Первый экземпляр паспорта хранится в подразделении АВ (в том числе на пункте воздействия (далее – ПВ)). 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 пиротехнические вещества, помещаются в хранилища и приходуются 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 ведет учет САВ, содержащих пиротехнические вещества, на складах в соответствующих книгах и журналах.

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

9. Учет САВ, содержащих пиротехнические вещества, в подразделениях АВ (в том числе на ПВ) рекомендуется вести согласно Журналу учета стрельб по форме рисунка 4 настоящего приложения. Для авиационных работ учет САВ, содержащих пиротехнические вещества и реагенты на аэродромах базирования воздушных судов, осуществляющих работы по РО, осуществляется по форме, разрабатываемой СОАВ.

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

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

13. Документы по учету САВ, содержащих 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 пиротехнические вещества, проверяют исправность их упаковки и соответствие количества груза сопроводительным документам.

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

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

ПАСПОРТ		
временного склада хранения средств активного воздействия, содержащих 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 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 пиротехнические вещества

Начато: «__» _____ 20__ г.

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

Журнал учета стрельб

№ п/п	Дата пуска	Наименование средства активного воздействия	Количество пушечных 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:		
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 № _____.		
<u>Командир ПВ или его заместитель</u> _____ (Должность)	_____ (Подпись)	_____ (Инициалы, фамилия)
<u>Боец ПВ</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 № 8
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

1. В работах по РО рекомендуется использовать информационно-измерительную систему, состоящую из нескольких подсистем, обеспечивающих разномасштабные измерения большого количества параметров атмосферы и облаков. Данные измерений после прохождения первичной обработки поступают в ОЦ, и используются при проведении работ по РО. К основным подсистемам информационно-измерительной системы относятся:

- комплекс бортовой самолётной измерительной аппаратуры (для авиационных работ);
- наземный радиолокационный измерительный комплекс;
- пункты аэрологических и метеорологических наблюдений;
- подсистема синоптического обеспечения работ по РО;
- подсистема связи и обработки экспериментальных данных.

2. Рекомендуется укомплектование авиационных средств средствами измерения основных метеорологических характеристик – температуры воздуха, влажности воздуха, атмосферного давления, скорости ветра, направления ветра, водности облаков, с помощью которых осуществляется вертикально-горизонтальное зондирование атмосферы и мониторинг метеорологической обстановки в районе работ. Средства измерения метеорологических величин должны соответствовать требованиям, установленным законодательством Российской Федерации в сфере обеспечения единства измерений.

3. Быстросъемный бортовой измерительно-вычислительный комплекс (далее – ИВК), устанавливаемый на самолеты, включает в себя пилотажно-навигационную систему, предназначенную для определения координат местонахождения самолета с помощью спутниковой навигационной системы типа GPS/ГЛОНАСС и для контроля параметров полета самолета (высоты, путевой скорости, угла сноса и т.д.), а также систему измерительных устройств для регистрации основных метеорологических параметров атмосферы.

4. К числу таких измерительных устройств относятся:

- датчик температуры в системе воздушных сигналов с интервалом измеряемой температуры от минус 50 до 50 °С;

– конденсационный гигрометр для измерения температуры точки росы (иней) атмосферного воздуха в диапазоне от минус 60 до 30 °С;

– измеритель влажности облаков, позволяющий проводить непрерывные измерения полной и жидко-капельной влажности в пределах от 0,003 до 3,00 г/м³.

5. Все измеряемые и регистрируемые параметры должны быть синхронизированы по бортовому времени с точностью не хуже 0,1 с.

В показания датчика температуры должны быть введены поправки на динамический нагрев и аэродинамические возмущения.

В показания датчиков давления и скорости потока должны быть введены поправки на аэродинамические возмущения, вносимые в набегающий поток самолётом.

Погрешности измерения и расчёта вышеупомянутых параметров не должны превышать значений, приведенных в таблице 1 приложения № 16 к настоящим временным методическим указаниям.

Требования к измерениям влажности облаков с борта самолёта с целью обеспечения работ по АВ отображены в таблице 2 приложения № 16 к настоящим временным методическим указаниям.

Характеристики погрешностей должны быть подтверждены результатами лётных исследований и испытаний самолёта.

6. Информация с входящих в состав ИВК измерительных систем должна непрерывно поступать в персональный бортовой компьютер и обрабатываться им в реальном масштабе времени. При этом на экране монитора персонального компьютера непрерывно воспроизводится информация о местоположении самолета в географической, полярной и ортодромической системах координат, а также наглядно воспроизводится маршрут полета самолета на карте местности. На линии маршрута фиксируются зоны проведения вертикально-горизонтального зондирования атмосферы и зоны засева. Разработанное для ИВК программное обеспечение позволяет в реальном масштабе времени считывать с экрана монитора данные о температуре воздуха и точки росы атмосферного воздуха, направлении и скорости ветра на уровне полета, интенсивности обледенения самолета (расчетный параметр), влажности пересекаемых самолетом облачных зон.

7. Перечисленные данные позволяют рассчитывать оптимальные схемы засева облаков как для одного самолета, так и для нескольких самолетов с одновременной работой на разных эшелонах. В целом использование ИВК позволяет повысить эффективность АВ, проводимых не только в дневное, но и в ночное время.

8. Необходимым условием обеспечения эффективности работ по РО является использование информации метеорологических радиолокаторов, существенно расширяющих возможности оперативного получения детальных данных о характеристиках полей облаков и осадков на площади работ. Для этой цели используются автоматизированные радиолокационные

комплексы сбора, обработки и передачи радиолокационной информации, прошедшие испытания в Росгидромете.

9. В процессе работ автоматизированные комплексы сбора обработки и передачи радиолокационной информации осуществляют автоматическое зондирование атмосферы по программе ее конического обзора и отображение на мониторе персонального компьютера оперативных данных о полях облачности, осадков, а также атмосферных явлениях на площади радиусом 200 км в виде обновляемой каждые 10 мин следующей совокупности легко читаемых карт распределения:

- интенсивности атмосферных осадков;
- накопленной суммы осадков от начала метеорологических полусуток до текущего момента времени;
- высот верхней границы облачности;
- облачности без осадков, осадков различной интенсивности (осадки, ливень, сильный ливень), мощных кучево-дождевых облаков, гроз, града, шквалов;
- радиолокационной отражаемости облаков по горизонтали на разных высотах (обычно на 700, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 и 9000 м).

10. Каждая карта должна сопровождаться указанием вектора перемещения облачных систем. На любую из перечисленных в пункте 9 настоящего приложения карт можно наложить вспомогательную картографическую информацию (географическую карту местности, местонахождение метеорологических станций, аэронавигационные схемы воздушных коридоров и авиатрасс, различные условные обозначения, контуры явлений с заданными порогами интенсивности).

11. С помощью курсора, перемещаемого по экрану монитора, считываются координаты необходимой ячейки карты и информация для этой ячейки по всем имеющимся картам. Просматриваются вертикальные сечения облачности по любому представляющему интерес направлению. Оперативность отслеживания изменения вектора перемещения облачных систем позволяет прогнозировать смещение зон опасных явлений и интенсивных осадков.

12. Автоматизированный комплекс сбора, обработки и передачи радиолокационной информации должен обеспечивать также архивацию получаемой информации за любой период наблюдений, представление этой информации на экране монитора в режиме анимации (быстрое воспроизведение последовательности карт за выбранный промежуток времени), передачу необходимой информации по телефонным и телеграфным каналам (в том числе по нескольким каналам одновременно).

13. С помощью автоматизированного комплекса сбора, обработки и передачи радиолокационной информации проводится контроль местоположения самолетов, и осуществляется их точное наведение на объекты АВ.

14. Информация нескольких автоматизированных комплексов сбора, обработки и передачи радиолокационной информации объединяется в единое поле в центре сбора информации посредством имеющегося программного обеспечения.

15. Работа комплекса осуществляется в автоматическом режиме под управлением персонального компьютера.

16. Необходимыми составляющими (подсистемами) информационно-измерительной системы — кроме бортовых ИВК и наземных радиолокационных комплексов, используемых при проведении работ по РО, являются:

- наземная осадкомерная сеть на защищаемой (далее – ЗТ) и прилегающей территориях;
- пункт радиозондирования атмосферы;
- фототелеграфная аппаратура для приема стандартной синоптической информации;
- установка для приема спутниковой информации об облачности;
- средства оргтехники для отображения и документирования информации и принимаемых оперативных решений;
- аппаратура радиосвязи для обмена информацией с самолетом(ами).

Приложение № 9
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОСАДКОВ

Искусственное увеличение осадков

1. Объектами АВ с целью ИУО являются определенные типы облаков. В частности, среди типов слоистообразных облаков к ним относятся слоистые облака St, слоисто-кучевые облака Sc и слоисто-дождевые облака Ns, а среди типов конвективных облаков – мощно-кучевые облака Cu cong и кучево-дождевые облака Cb. С точки зрения мезомасштабной организации облачных систем наиболее перспективными для АВ с целью ИУО в летний период являются мезомасштабные скопления (кластеры) конвективных облаков, представляющие собой системы объединенных или расположенных близко друг к другу облачных ячеек, либо многовершинные облака площадью до 400 – 600 км². В зимний период наиболее перспективны для АВ обширные системы слоисто-дождевых облаков фронтального происхождения.

2. В целом общая пригодность метеорологической ситуации для АВ с целью ИУО определяется сочетанием следующих условий:

- а) наличие в атмосфере указанных в пункте 1 настоящего приложения типов конвективных или слоистообразных облаков или их сочетания;
- б) наличие в облаках переохлажденных жидкокапельных зон;
- в) значения температуры воздуха в переохлажденных объемах облачности не превышают температурный порог активности применяемых для засева реагентов;
- г) направление и скорость воздушных потоков в облаках и подоблачном слое обеспечивают выпадение осадков из засеваемой облачности на ЗТ.

3. В соответствии с приведенными в пункте 2 настоящего приложения условиями критериями засева слоистообразных облаков с целью ИУО считают следующий комплекс их характеристик и параметров:

- а) облачность (или некоторая ее часть) по фазовому составу должна быть капельной или смешанной (капельно-кристаллической);
- б) максимальная температура засеваемого облачного слоя не должна превышать минус 4 °С;

в) вертикальная мощность засеваемого облачного слоя в общем случае должна быть не менее 300 м;

г) высота нижней границы облаков над поверхностью земли, как правило, не должна превышать 1500 м.

4. Важнейшим условием пригодности для засева конвективных облаков $Cu\ song$ и Cb является их нахождение в стадии роста. В качестве значений параметров таких облаков, определяющих их пригодность для АВ с целью ИУО, принято считать следующие:

а) вертикальная мощность облака, м – не менее 3000;

б) вертикальная мощность переохлажденной части облака, м – не менее 1000;

в) температура на уровне верхней границы облака, °С – от минус 5 до минус 30;

г) горизонтальная протяженность облака, м – не менее 2000;

д) высота нижней границы облака над землей, м – не более 2000.

5. При прочих равных условиях эффект АВ с целью ИУО тем больше, чем больше водозапас облаков (их водность и вертикальная мощность) и степень их переохлаждения, и, чем меньше высота нижней границы облачности.

6. При АВ на облака, дающие естественные осадки, высота их нижней границы обычно не учитывается как параметр в комплексе критериев пригодности засева облака, так как подоблачный слой атмосферы в этом случае увлажнен естественными осадками, и это исключает потери на испарение искусственно вызванных осадков.

7. Эффект АВ тем больше, чем дольше сохраняются над районом АВ благоприятные для засева облаков условия.

Искусственное уменьшение осадков

8. Работы по искусственному уменьшению осадков (далее – ИУМО) направлены на улучшение погодных условий над заданными районами, включая мегаполисы с целью снижения негативной нагрузки на народное хозяйство от интенсивных снежных и ливневых осадков.

9. Синоптические условия развития конвективных облаков условно можно разделить на три типа:

а) термическая конвекция;

б) комбинация термической конвекции и существования фронтальной зоны или интенсивного вторжения холодной воздушной массы;

в) наличие фронтальных процессов.

10. Термическая конвекция соответствует классическому варианту развития внутримассовых конвективных облаков, и обусловлена неравномерным нагревом земной поверхности, при которой результирующая энергия неустойчивости атмосферы оказывается достаточно большой.

11. Синоптические условия второго типа наряду с развитием свободной конвекции включают в себя также влияние фронтальных разделов на процессы развития конвекции.

12. К третьему типу относятся условия, при которых развитие конвективных облаков определяется только влиянием атмосферных фронтов.

13. В зависимости от типа синоптических условий изменяются не только характер, но и интенсивность развития облаков, что проявляется в организации структуры их взаимного расположения, в различии формы, высоты и вертикальной мощности облаков. При переходе от метеорологических условий чисто термической конвекции к фронтальным процессам наблюдается увеличение вертикальной мощности облаков и их горизонтальных размеров, снижение высоты нижней границы облаков и уменьшение энергии неустойчивости в слое развития облачности.

14. Основными объектами АВ с целью снижения их ливневой активности обычно считаются изолированные мощно-кучевые $Cu\ congest.$, кучево-дождевые облака Cb в начальной стадии своего развития и мезомасштабные системы таких облаков (кластеры). При этом изолированными считаются облачные ячейки указанных типов, находящиеся на значительных удалениях друг от друга (свыше 5 диаметров горизонтального сечения) и не имеющие общего основания. Кластеры представляют собой поля соединяющихся между собой или расположенных вблизи друг к другу (на расстоянии до 2 диаметров горизонтального сечения) облачных ячеек (башен), либо многовершинные облака с общим основанием, расположенные на площади примерно от 400 до 600 км².

15. Критериями пригодности конвективных облаков для АВ с целью снижения их ливневой активности являются значения вертикальной мощности облака H , скорости роста высоты верхней границы облака W и горизонтального размера (среднего диаметра горизонтального сечения) D . В качестве пороговых используются следующие значения указанных параметров:

- а) вертикальная мощность облака H , м – не менее 3000;
- б) горизонтальный размер облака D , м – не менее 2000;
- в) скорость роста верхней границы облака W , м/с – не менее 1.

16. В качестве дополнительного условия при принятии решения о проведении АВ может рассматриваться степень неустойчивости атмосферы (удельная энергия неустойчивости атмосферы должна превышать 10 Дж*кг⁻¹*км). По визуальным наблюдениям у выбранных для АВ облаков не должны проявляться признаки диссипации, а их вершины должны находиться в стадии развития.

Методы регулирования осадков

16. В Российской Федерации разработаны и применяются методы РО (увеличения и уменьшения осадков), основанные на использовании микрофизической (статической) и динамической концепций засева облаков.

17. Микрофизическая концепция засева облаков заключается во введении ядер кристаллизации в небольших концентрациях в облака, эффективность осадкообразования которых ограничена из-за недостатка в них естественных ледяных ядер. При этом внесение реагента в облако приводит к изменению микрофизических характеристик облака (водность, концентрация и размер частиц) и не приводит к изменению динамики облака и его размеров.

18. Динамическая концепция засева основана на введении в переохлажденную часть облака большого количества искусственных ядер кристаллизации, что приводит к усилению восходящих потоков и росту вертикальной мощности облака за счет выделения скрытой теплоты кристаллизации, и, как следствие, к увеличению объема выпадающих из облака осадков.

19. На основе указанных в пунктах 2 - 3 настоящего приложения концепций разработаны следующие методы регулирования осадков:

- а) статический метод ИУО;
- б) динамический метод ИУО;
- в) метод искусственного уменьшения осадков (далее – ИУМО) путем рассеивания слоистообразных облаков;
- г) метод ИУМО путем «перезасева» облаков;
- д) метод ИУМО путем создания «тени» осадков;
- е) метод ИУМО путем динамического разрушения конвективных облаков.

Статический метод искусственного увеличения осадков

20. Статический метод ИУО заключается во введении искусственных льдообразующих ядер в небольших концентрациях в облака, эффективность осадкообразования в которых ограничена из-за недостатка в них естественных льдообразующих ядер. Статический метод ИУО в основном применяется для засева слоистообразных облаков.

21. При АВ с целью ИУО из слоистообразных облаков их засев осуществляется вдоль линии, перпендикулярной направлению ветрового переноса облачности. При этом ширина засеянной полосы облачности за счет переноса реагента турбулентными потоками возрастает до 3 – 4 км, а глубина зоны вызываемых засевом дополнительных осадков в направлении ветрового переноса обычно превышает расстояние ее двухчасового переноса.

22. Подвергшаяся АВ полоса слоистообразной облачности, образовавшаяся при однократном засеве вдоль расчетной линии, обеспечит на ЗТ однократное выпадение объема дополнительных осадков. Для

увеличения эффективности АВ необходимо непрерывно продолжать засеив натекающей на ЗТ облачности вдоль выбранной линии засева.

23. Упрощенное представление схемы засева слоистообразной облачности одним самолетом приведено на рисунке 1 настоящего приложения. Самолет при засеиве облачности последовательно производит пролеты вдоль линии, проходящей между фиксированными точками А и В, со стандартными разворотами на обратный курс в этих точках. Эта линия выбирается перпендикулярной вектору скорости ветра на высоте полета самолета таким образом, чтобы полосы засеянной облачности переносились ветром в сторону ЗТ. Одновременно эти полосы постепенно расширяются за счет турбулентности атмосферы так, что при правильно рассчитанной схеме засева происходит их слияние в сплошную зону еще до достижения ими ЗТ.

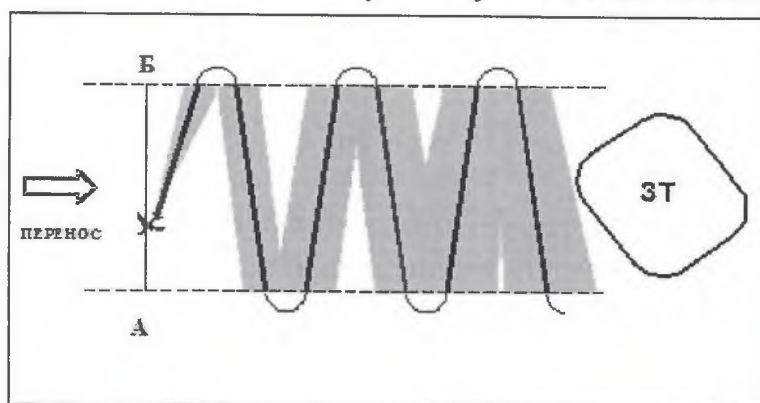


Рисунок 1. Схема засева слоистообразных облаков

24. В зависимости от скорости ветра длина линии засева слоистообразной облачности одним самолетом, при которой обеспечивается слияние последовательных полос, составляет обычно от 20 до 40 км. Поскольку размеры ЗТ при проведении работ по ИУО часто превышают указанные значения, для обеспечения максимальной эффективности АВ требуется одновременный засеив облачности несколькими самолетами.

25. Схема предстоящей работы по засеиву слоистообразной облачности рассчитывается на основе данных радиолокационного наблюдения облаков, а также сведений о температурной стратификации атмосферы и вертикальном распределении скорости и направления ветра по результатам самолетного вертикального зондирования атмосферы. Пространственный разнос последовательных линий засева облачного поля определяется значением скорости переноса облачности ветром. По данным о направлении и скорости ветра определяется длина и местоположение линии засева, которая обычно фиксируется путем «привязки» ее конечных точек к определенным точкам на местности.

26. Расход реагентов при засеиву слоистообразных облаков определяется в зависимости от мощности засеиваемого облачного слоя. Так, при использовании твердой углекислоты CO_2 расход реагента должен составлять от 0,15 до 1,0 кг на 1 км трассы самолета, возрастая примерно на 0,15 кг на

каждые 200 м вертикальной мощности засеваемого слоя. Оптимальный размер гранул углекислоты при засеве, обеспечивающий их полное испарение внутри засеваемых облачных слоев, составляет от 1,0 до 1,5 см. Засев облачности мощностью более 500 м пиропатронами ПВ-26 производится с расходом одной серии из 4 пиропатронов в минуту на каждые 750 м вертикальной мощности облачности. Засев облачных слоев незначительной мощности (до 500 м) с помощью ГМЧЛ-А осуществляется при пролете в облачном слое с расходом до 30 г/с. При АВ на более мощные слоистообразные облака засев жидким азотом производится в качестве дополнения к засеву углекислотой или пиропатронами. Расход жидкого азота при этом выбирается исходя из мощности засеваемого слоя (примерно 10 г/с на каждые 500 м вертикальной мощности).

Динамический метод искусственного увеличения осадков

27. Динамический метод ИУО заключается в интенсивном засеве облака искусственными льдообразующими ядрами для обеспечения быстрой кристаллизации всего объема переохлажденной части облака. В этом случае быстрое высвобождение значительной скрытой теплоты кристаллизации в облаке повышает плавучесть облачной массы, и инициирует или заметно усиливает восходящий поток в облаке. Это приводит к дополнительному росту вертикальной мощности облака, что, в свою очередь, приводит к заметному увеличению количества осадков из облака. Динамическая концепция применима к конвективным облачным ячейкам и зонам затопленной конвекции в сложных облачных системах.

28. При АВ на конвективные облака с целью ИУО динамическим методом для засева обычно применяются пиропатроны с йодистым серебром. При этом в среднем расходуется до 20 пиропатронов на 1 облачную ячейку. Нормы расхода реагентов при засеве каждой вершины облачных кластеров аналогичны нормам расхода для изолированных облаков.

29. После установления пригодности конвективных облаков для засева и принятия решения о проведении АВ самолет АВ занимает необходимый эшелон, определяемый высотой верхней границы облаков и типом используемых пиропатронов с учетом времени задержки начала дымления пиропатронов и соображений пожарной безопасности наземных объектов.

30. Упрощенное графическое изображение схемы засева отдельных изолированных конвективных облаков представлено на рисунке 2 настоящего приложения. Засев облака путем отстрела в его толщу пиропатронов производится в момент пересечения самолетом вершины облака или пролета над ней на выбранном для АВ эшелоне. При этом, исходя из соображений безопасности полетов, пересечение вершин кучево-дождевых облаков не допускается. Таким образом, осуществляется последовательный засев всех облаков над заданной для работ территорией, которые по своим характеристикам удовлетворяют критериям засева с целью получения дополнительных осадков.

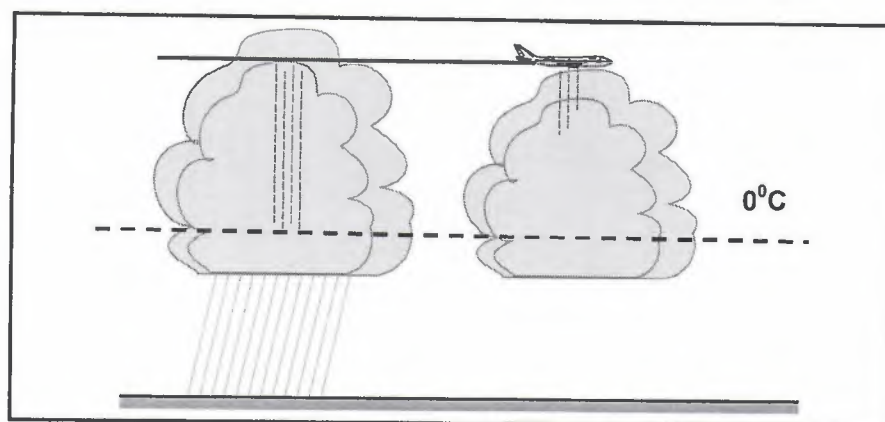


Рисунок 2. Схема засева конвективных облаков

31. При АВ на многовершинные облака и кластеры облаков в первую очередь производится засев вершин (ячеек), находящихся в стадии роста, у которых значения температуры на уровне верхней границы находятся в интервале от минус 10 до минус 30 °С. Ввод реагента в облака также осуществляется во время пересечения вершин (ячеек) или пролета над ними.

32. Основным условием, определяющим выбор САВ (реагента, средств его диспергирования и доставки в облака), является обеспечение возможности ввода требуемого количества реагента в температурном интервале его эффективной активности на всей площади объекта АВ. Кроме того, учитывается ряд дополнительных условий и ограничений – стоимость САВ, доступность реагентов, их экологическая безопасность, соответствие преобладающим формам облаков в районе работ, рельефу района работ, режиму полетов в этом районе и т. д.

33. Общий расход пиропатронов при проведении АВ на конвективные облака с целью ИУО определяется масштабами работ по АВ. Ориентировочно суммарный расход пиропатронов на АВ за летний период на площади в несколько десятков тысяч квадратных километров равен от 4 до 6 тысяч пиропатронов ПВ-26 и до 2 тысяч пиропатронов ПВ-50.

Искусственное уменьшение осадков методом рассеивания слоистообразных облаков

34. При наличии однослойных или многослойных слоистообразных облаков, не дающих осадков (слоистые St, слоисто-кучевые Sc, высокослоистые As), в ходе проведения работ по улучшению погодных условий на ЗТ могут выполняться АВ по рассеиванию облаков. Для этого осуществляется засев льдообразующими реагентами облачных слоев среднего яруса, характеризующихся наличием переохлажденной облачной влаги. В результате образования и выпадения на землю осадков слабой интенсивности будет обеспечиваться рассеивание засеваемых слоев, а также частичное (или полное) рассеивание расположенных ниже теплых облачных слоев за счет «вымывания» падающими сквозь их толщу частицами осадков.

35. В этом случае АВ на облачность, натекающую на ЗТ, следует производить с самолетов с применением гранулированной твердой углекислоты, жидкого азота, пиротехнических средств, или комбинации этих

средств. Засев производится на удалении от ЗТ, несколько превышающем дальность часового ветрового переноса облаков (от 20 до 50 км). Такое время необходимо, чтобы образующиеся при засеве облачных масс частицы осадков успели вырасти и выпасть на землю еще до достижения несущей их воздушной массой ЗТ. В общем случае значение этого расстояния упреждения уточняется по данным радиоветрового или самолетного зондирования атмосферы. Засев осуществляется вдоль трассы, перпендикулярной направлению ветрового переноса облачности и имеющей протяженность несколько больше поперечного размера ЗТ. Длина трассы засева рассчитывается с учетом вертикального профиля направления ветра в нижележащих слоях атмосферы.

36. Используемые для такого засева нормы расхода реагентов относительно невелики, и составляют в зависимости от толщины засеваемого слоя от 0,1 до 0,5 – 0,7 кг твердой углекислоты на 1 км трассы полета самолета или 1 серию из четырех пиропатронов ПВ-26 на каждые 5 – 8 км пути. При засеве относительно тонких слоев облачности жидким азотом его расход должен составлять до 50 мл/км.

37. Эффект АВ прослеживается по образованию дополнительных просветов в облачности ниже по потоку переноса с последующим расширением этих просветов. При однослойной облачности увеличивается поток солнечной радиации у поверхности земли. По радиолокационным данным наблюдается появление полос выпадения осадков после АВ.

38. Для достижения максимального эффекта по рассеиванию переохлажденных облаков при наименее благоприятных синоптических условиях целесообразно проводить АВ на двух рубежах, удаленных от ЗТ на расстояния, соответствующие от 60 до 90-минутному и от 20 до 40-минутному переносу облачности ветром. Конкретная расстановка самолетов по указанным рубежам и азимутальные секторы работ относительно ЗТ определяются непосредственно синоптическими условиями в день с АВ.

39. При наличии однослойной или многослойной облачности, дающей обложные осадки, обязательно проведение АВ, направленное на прекращение осадков над ЗТ или на существенное снижение их интенсивности и количества.

В этих случаях эффект прекращения или существенного снижения интенсивности осадков на ЗТ может быть достигнут путем обеспечения засева натекающих на ЗТ облачных масс с целью достижения «тени осадков» или засев облаков повышенными дозами льдообразующих реагентов для достижения «перезасева».

Искусственное уменьшение осадков методом «перезасева» облаков

40. ИУМО методом «перезасева» облаков заключается в интенсивном засеве натекающей на ЗТ осадкообразующей облачности с целью уменьшения эффективности механизмов осадкообразования вследствие «перезасева» облачных слоев, т.е. создания в них чрезмерно высоких концентраций ледяных кристаллов (зародышей частиц осадков).

41. При использовании метода «перезасева» облаков, направленного на увеличение количества осадков, переохлажденный объем облачности засеивается количеством льдообразующих ядер, заведомо существенно превышающим нормы засева. В этом случае возникающее после засева чрезмерно большое количество ледяных зародышей частиц осадков быстро аккумулирует на себе весь запас переохлажденной жидкокапельной влаги облака, но при этом частицы осадков не достигают размеров, при которых должно начаться их заметное гравитационное падение. Это приводит к тому, что после выпадения на землю естественных осадков, частицы которых к моменту засева облака уже сформировались, интенсивность выпадающих осадков резко уменьшается. Этот период ослабленных (а в идеале - прекратившихся) осадков у земли продолжается до тех пор, пока поступающая в облако с восходящими потоками влага не пополнит дефицит воды, необходимый для формирования новых частиц осадков в облаке, и новые осадки не достигнут земли.

42. Для достижения «перезасева» необходимо обеспечить создание в переохлажденных объемах облачности чрезмерной концентрации зародышей частиц осадков, при которой рост этих частиц замедлится вследствие ограниченной интегральной водности осадкогенерирующего облачного слоя при неизменной скорости притока водяного пара из нижних слоев атмосферы. Замедление скорости роста частиц и скорости их гравитационного падения на землю приведет к снижению интенсивности потока осадков на землю, что и является задачей проводимых АВ.

43. В этом случае засев также производится льдообразующими реагентами – твердой углекислотой и/или аэрозолями, образующимися при сгорании пиротехнических средств. Расстояние до ЗТ, на котором необходимо производить засев облаков, должно примерно соответствовать дальности от 0,5 до 0,7-часового ветрового переноса облачных масс. Это необходимо, чтобы осадки, уже сформировавшиеся в натекающей на ЗТ облачности до начала засева, успели выпасть на землю, не доходя до ЗТ. Засев облачности должен производиться вдоль трассы, перпендикулярной направлению ветрового переноса облачности, длина которой также должна превышать диаметр ЗТ (с учетом вертикального профиля горизонтального вектора ветра в нижележащих слоях атмосферы).

44. Необходимые для достижения «перезасева» облачности нормы расхода льдообразующих реагентов значительно превосходят нормы расхода, используемые для рассеивания облаков и ИУО, и сильно зависят от таких характеристик облачности, как концентрация естественных ледяных ядер в облаках и величина их жидкокапельной водности. Так, при АВ на слоисто-дождевые облака с концентрацией естественных ледяных кристаллов порядка от 10 до 20 кристаллов на литр эффект «перезасева» достигается при расходе твердой углекислоты в несколько килограммов на километр трассы засева (5 кг/км и более) и расстоянии между соседними линиями засева около 1 км. Для достижения необходимой концентрации искусственных ледяных

кристаллов применяется засев облаков с использованием нескольких самолетов. Каждый из самолетов производит засев облачного слоя на своем эшелоне полета.

45. С ростом концентрации естественных ледяных кристаллов необходимая для «перезасева» доза льдообразующего реагента может снижаться до величин около 1 кг/км. Соответствующие значения расходов для пиротехнических изделий составляют для пиропатронов ПВ-26 от непрерывного отстрела одиночных патронов с 1-секундными интервалами до отстрела серий по четыре пиропатрона через каждые 2 км трассы.

46. Значительное сокращение норм расхода льдообразующих реагентов для «перезасева» облачности достигается при возможности (по условиям полетов) проведения повторных засевов одного и того же объема облачности. Так, при повторении засевов через 20 – 30 мин «перезасев» можно обеспечить при расходах твердой углекислоты порядка 1 кг/км.

47. Эффект АВ при «перезасеве» облаков обнаруживается по данным радиолокационных наблюдений по устойчивому снижению средней интенсивности осадков с подветренной стороны от линии засева на протяжении от 1 до 2-х часового ветрового переноса облачности с соответствующим уменьшением на ЗТ слоя осадков по сравнению с прилегающей территорией.

Искусственное уменьшение осадков методом создания «тени» осадков

48. ИУМО методом создания «тени» осадков заключается в иницировании преждевременного выпадения осадков из облачных систем на наветренной стороне от ЗТ, направленного на образование «тени» осадков, т.е. их прекращение или ослабление над ЗТ.

49. Для достижения «тени» осадков, отсутствия или уменьшения осадков на ЗТ, засев облаков производится на расстоянии не менее 2 – 3-х часовых переносов облаков ветровым потоком от ЗТ. Нормы расхода реагентов при засеве облаков при этом должны быть такими же, как при засеве облаков с целью увеличения осадков.

Искусственное уменьшение осадков методом динамического разрушения конвективных облаков

50. ИУМО методом динамического разрушения конвективных облаков заключается в разрушении развивающихся конвективных облаков разной интенсивности от мощно-кучевых до кучево-дождевых посредством искусственно создаваемых в них нисходящих потоков. В ходе экспериментальных исследований установлено, что динамический метод разрушения кучево-дождевых облаков путем сброса в их вершины порошкообразных реагентов (цемента) оказался достаточно эффективным. Так, положительный эффект (разрушение облака) получен более чем в 80 % случаев АВ на однопочечковые изолированные облака внутримассового развития и в 65 % случаев при АВ на облака фронтального происхождения. При этом сброс порошкообразного реагента в количестве от 25 до 30 кг и

более (из расчета на одну вершину) приводил к разрушению одноячейковых изолированных облаков за время от 10 до 20 минут, а фронтальных облаков – за время от 30 до 35 минут.

51. АВ на изолированные конвективные облака производится путем засева порошкообразным реагентом развивающихся облачных вершин во время их пересечения на уровне, расположенном на 100 м ниже уровня верхней границы облаков. При этом возможность безопасного проникновения в вершину облака контролируется по данным бортового самолетного метеорадиолокатора.

52. При необходимости засева кучево-дождевого облака Сб, дающего засветку на индикаторе бортового радиолокатора, необходимо выбрать уровень полета для засева непосредственно над верхней границей облака, либо с превышением границы примерно на 100 м.

53. В зависимости от размеров облака в его вершину сбрасывается от 1 до 3 упаковок порошкообразного реагента (по 30 кг порошка в каждой).

54. При АВ на многовершинное грозное облако в первую очередь следует производить засев его центральной вершины, пробивающейся сквозь наковальню, или вершины, расположенной ниже наковальни облака. При этом количество сбрасываемого порошкообразного реагента определяется количеством вершин и их горизонтальными размерами, а также стадией развития облака. В среднем при засеве кучево-дождевых и грозных облаков в каждую их отдельную вершину вводится такое же количество порошкообразного реагента, как и при засеве изолированных конвективных облаков.

55. При проведении работ по ИУМО применяется следующая схема полетов. Самолет с оборудованием для введения реагента вылетает в район работ, расположенный с наветренной стороны от ЗТ, для оценки текущей метеорологической обстановки и патрулирования. Здесь самолет занимает высотный эшелон на уровне около 6 км, и, в случае появления облаков, вершины которых достигают этого уровня, производит их засев. В случае продолжающегося роста вершин самолет занимает эшелон на уровне верхней границы облаков, и продолжает засев на этом эшелоне. В случае интенсивного развития облаков применяется многосамолетный засев облаков. Каждый самолет занимает свой эшелон АВ. Обычно вертикальное эшелонирование производится через каждые 600 м. В этом случае при продолжающемся росте вершины облаков каждый из самолетов производит засев облаков на своем эшелоне.

56. В случае приближения атмосферного фронта к ЗТ самолеты должны переместиться в зону, расположенную на подступах к ЗТ со стороны надвигающихся на нее облачных систем, и, при необходимости осуществлять засев развивающихся в этой зоне конвективных облаков, удовлетворяющих принятому критерию. Засев облаков следует производить, главным образом, на участке, расположенном на удалении от ЗТ, примерно равном получасовому – часовому переносу облаков ветром. Выполняя засев всех

растущих конвективных облаков, начиная с уровня 6 км, самолеты тем самым предотвращают возможность их дальнейшего развития и превращения в кучево-дождевые облака.

57. В случае развития облаков до стадии кучево-дождевых с верхней границей более 8000 м засев производится самолетами АВ с практическим потолком более 8000 м. Интенсивный засев облаков с верхней границей более 8000 м пиротехническими изделиями (более 20 пиропатронов на облако) приводит к ИУМО.

58. Эффект АВ на растущие конвективные облака легко обнаруживается визуально по прекращению роста и последующей диссипации обработанной облачной вершины.

Приложение № 10
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ РАБОТ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ОСАДКОВ

1. Последовательность операций по РО авиационным методом приведена на рисунке 1 настоящего приложения.

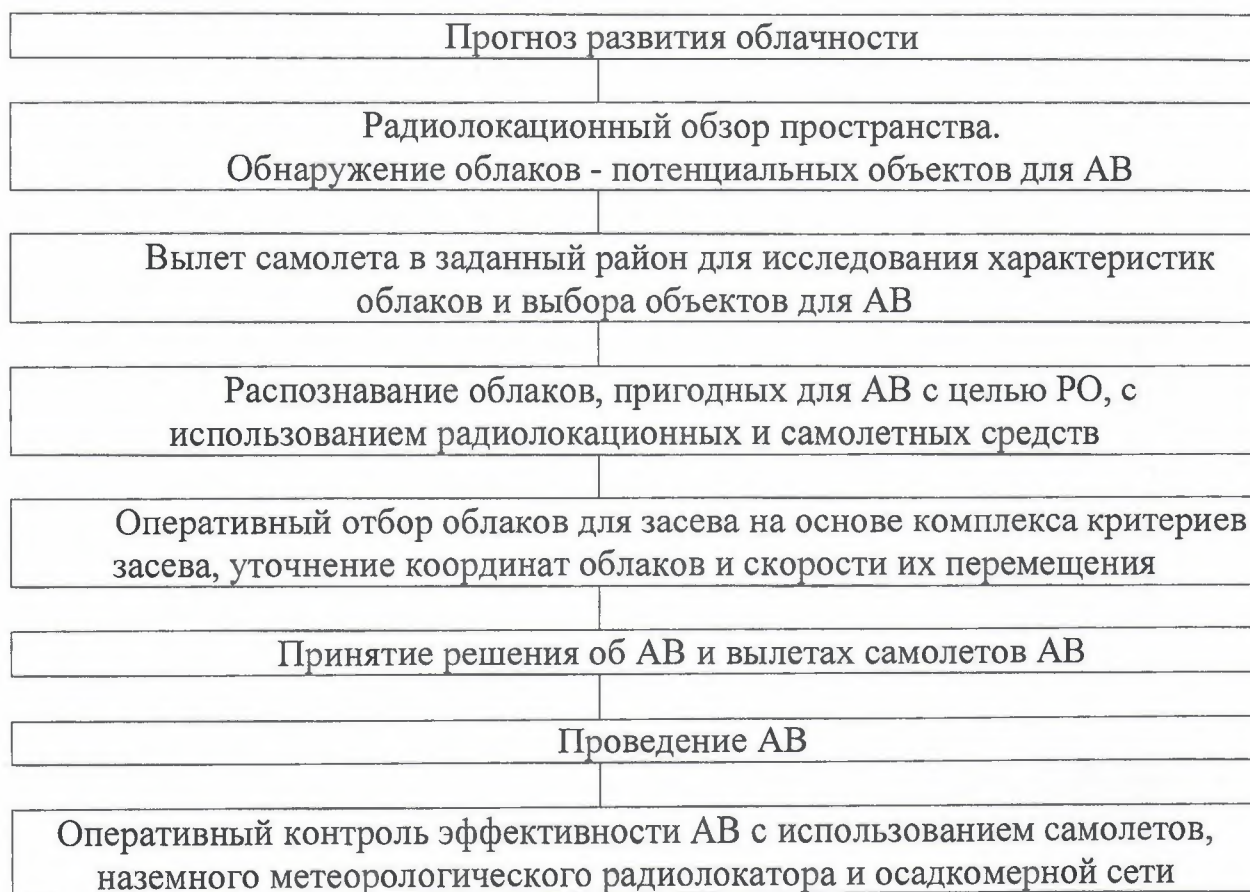


Рисунок 1. Последовательность операций по АВ с целью РО

2. Прогноз метеорологических условий для проведения работ по РО составляется синоптиком на основе информации информационно-измерительной системы, и состоит из прогноза синоптического положения (перемещения и эволюции барических образований, фронтов, облачных систем) и прогноза развития облаков, пригодных для АВ. Прогноз составляется на 36 часов с делением на 12-часовые интервалы. Наличие в

прогнозе информации о пригодности облаков для АВ служит основанием для подачи предварительных заявок на вылеты самолетов для АВ на следующий день. Количество и сроки предполагаемых вылетов определяются прогнозируемой продолжительностью существования над районом работ облаков, пригодных для АВ.

3. Одновременно осуществляется круглосуточный радиолокационный контроль состояния атмосферы метеорологическим радиолокатором в составе информационно-измерительной системы.

4. При обнаружении радиолокатором приближающихся к району работ осадкообразующих облачных систем или внутримассового развития осадкообразующей облачности на площади работ руководителем работ в ОЦ принимается решение о вылете самолетов для уточнения характеристик облачности и проведения АВ. Команда на вылет сопровождается указанием предполагаемой зоны засева и предварительными сведениями о характеристиках атмосферы и облачности по радиолокационным данным.

5. В процессе набора высоты вылетевший самолет производит вертикально-горизонтальное зондирование атмосферы с целью уточнения ее температурной и динамической стратификации и следует в заданный район, где путем визуальных наблюдений и приборных измерений, производит оценку соответствия наблюдаемых облаков критериям засева с целью РО.

6. В случае соответствия облаков критериям засева оперативный состав экипажа самолета на основе текущей информации с наземного метеорологического радиолокатора о структуре и перемещении облачной системы, а также данных собственных измерений вертикальной стратификации атмосферы и характеристик облачности осуществляет расчет необходимой схемы и режима АВ и приступает к засеву облаков, предварительно поставив в известность ОЦ о принятом решении и сообщив координаты точки начала АВ. При необходимости проведения многосамолетного засева облаков дается команда на вылет самолетов АВ с указанием координат линий засева и эшелона АВ.

7. На каждом самолете ведутся бортовые журналы, составленные в произвольной форме, в которых регистрируются все этапы работ, включая принятие решений об АВ.

8. В процессе проведения АВ непрерывно осуществляется оперативный контроль физической эффективности АВ с борта самолета. В зависимости от цели АВ в бортовых журналах фиксируются характерные визуальные признаки кристаллизации засеянных реагентом переохлажденных жидкокапельных зон облачности, резкий рост высоты видимой верхней границы засеваемых конвективных облачных ячеек или их диссипация.

9. Радиолокационные наблюдения, в зависимости от цели АВ, выявляют такие признаки эффекта АВ на облака, как увеличение или уменьшение радиолокационной отражаемости облаков в зоне засева, значительный рост интенсивности осадков или ее уменьшение из засеянных облаков. Более точная оценка физической эффективности работ по РО

проводится в ходе физико-статистической обработки данных наземной осадкомерной сети в соответствии с приложением № 12 к настоящим временным методическим указаниям.

Приложение № 11
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ИСКУССТВЕННОМУ УВЕЛИЧЕНИЮ ОСАДКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАЗЕМНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

1. Последовательность операций по ИУО с применением НАГ приведена на рисунке 1 настоящего приложения.

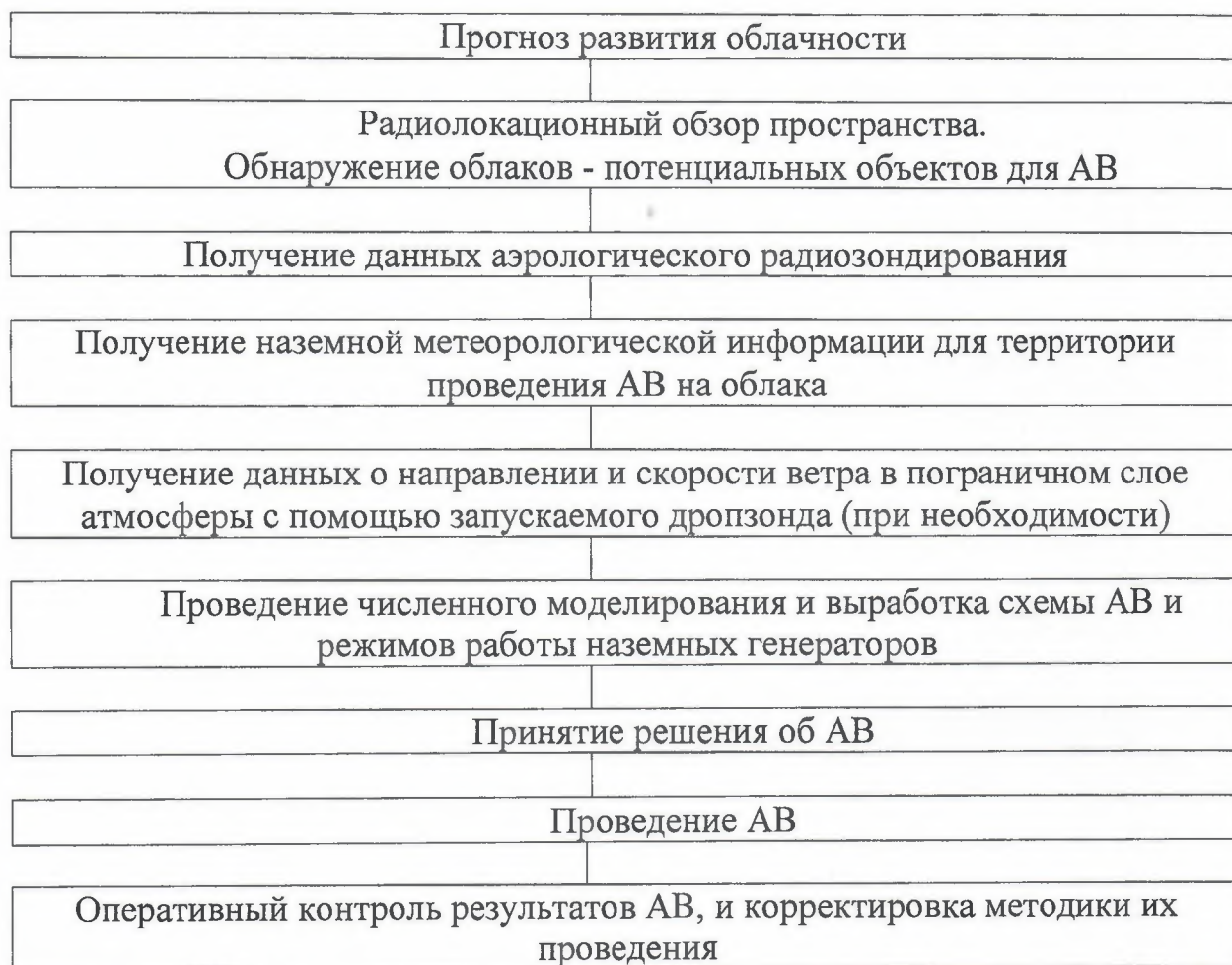


Рисунок 1. Последовательность операций по АВ на облака с применением НАГ

2. Прогноз условий для работ по АВ с целью ИУО составляется синоптиком на основе доступной информации информационно-измерительной системы и состоит из прогноза синоптического положения

(перемещения и эволюции барических образований, фронтов, облачных систем) и прогноза развития облаков, пригодных для АВ. Прогноз составляется на 36 ч с делением на 12-часовые интервалы. Наличие в прогнозе информации о пригодности облаков для АВ служит основанием для приведения НАГ в режим готовности к работе.

3. Количество, время и режим работы НАГ определяется прогнозируемой продолжительностью существования над районом работ облаков, пригодных для АВ.

4. Одновременно осуществляется круглосуточный радиолокационный контроль состояния атмосферы метеорологическим радиолокатором в составе информационно-измерительной системы.

5. При обнаружении радиолокатором приближающихся к району работ осадкообразующих облачных систем или внутримассового развития осадкообразующей облачности на площади работ в ОЦ проводится численное моделирование процесса АВ на облака с использованием оперативно полученных данных наземных метеорологических наблюдений и радиозондовых данных (в том числе при необходимости данных по направлению и скорости ветра в пограничном слое атмосферы, получаемых при помощи запускаемого дрозонда). По результатам численного моделирования осуществляется выработка схемы АВ, выбор режимов работы генераторов и принимается решение о начале АВ.

6. По имеющейся радиолокационной информации принимается решение о целесообразности проведения АВ.

7. С помощью ветрового дрозонда получают данные о профиле ветра в пограничном слое атмосферы. Данные зонда в режиме реального времени передаются в ОЦ.

8. По результатам численного моделирования, производится планирование проведения АВ, т.е. определяются пункты включения генераторов либо места для установки мобильных генераторов и выбираются необходимые режимы их работы.

9. Используемые модели позволяют проводить численное моделирование переноса реагента в подоблачном слое при проведении АВ на облака с помощью разных типов НАГ.

10. Модели позволяют определить, как осуществляется перенос реагента в подоблачном слое, достигает ли реагент нижней границы облака, и какова при этом его концентрация при проведении АВ различными типами генераторов, использующих в качестве реагента йодистое серебро. Анализ результатов численных расчетов показывает, что эффективность применения НАГ в значительной степени зависит от: орографии местности, поля ветра в пограничном слое и восходящих потоков. В связи с этим для каждого региона, где планируется проведение работ по АВ, необходимо проводить исследования процесса переноса льдообразующего аэрозоля при работе генераторов с учетом реальной орографии местности и метеорологических условий.

11. Результаты расчетов переноса льдообразующего реагента при различных метеорологических условиях и орографии местности позволяют сделать вывод, что для создания над защищаемой территорией на уровне конденсации однородного поля льдообразующего аэрозоля с концентрацией, позволяющей успешно проводить АВ на облака с целью ИУО, в зависимости от скорости переноса воздушных масс генераторы необходимо расставлять перпендикулярно ветровому переносу на расстоянии от 4 до 12 км друг от друга и на удалении от 8 до 30 км от мишени или защищаемой территории.

12. В соответствии с результатами численного моделирования для получения положительного результата проводимых работ по ИУО плотность размещения наземных генераторов должна составлять, ориентировочно, один генератор на 50 км^2 . При этом расстояние между соседними генераторами не должно превышать 12 км.

13. Схема размещения генераторов приведена на рисунке 2 настоящего приложения, где генераторы размещаются в центрах описанных вокруг гексаэдров окружностей (R). При расстоянии между соседними генераторами $A = 7 \text{ км}$ (радиус $R = 4 \text{ км}$) площадь, обслуживаемая одним генератором будет составлять около 50 км^2 .

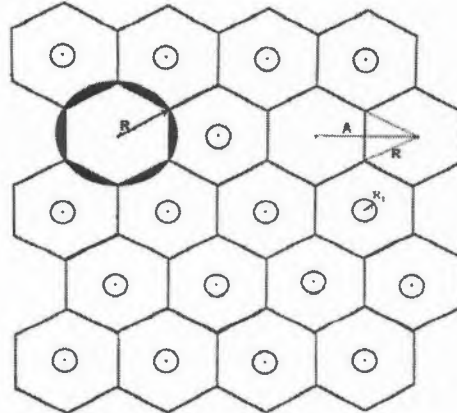


Рисунок 2. Схема расстановки наземных аэрозольных генераторов

14. При выборе площади для размещения генераторов на местности учитываются следующие факторы: доступность, открытость, близость размещения обслуживающего персонала и т.д. Поэтому для каждой точки расположения генераторов устанавливается «круг допуска» R_1 радиусом 1 км. При этом экстремальные значения обрабатываемых площадей одним генератором составляют 28 км^2 и 78 км^2 .

15. При использовании данной схемы расположения генераторов будут включаться только те генераторы, которые по результатам расчета переноса реагента по численной модели и радиолокационной информации о перемещении облачных систем обеспечивают поле льдообразующих частиц необходимой концентрации над мишенью.

16. В процессе проведения АВ непрерывно осуществляется оперативный контроль физической эффективности АВ на облака. Радиолокационные наблюдения выявляют такие признаки эффекта АВ на

облака, как увеличение радиолокационной отражаемости облаков в зоне засева и значительный рост интенсивности осадков из засеянных облаков. Более точная оценка физической эффективности АВ на облака с целью ИУО проводится в ходе физико-статистической обработки данных наземной осадкомерной сети в соответствии с приложением № 12 к настоящим временным методическим указаниям.

Приложение № 12
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ОСАДКОВ

1. Оценка результатов работ по АВ является одной из наиболее сложных задач при проведении работ по ИУО. Сложность обусловлена большой пространственно-временной изменчивостью осадков, трудностью получения их характеристик с необходимой для оценки пространственной и временной разрешающей способностью, а также тем, что полезный эффект АВ обычно не превышает амплитуду естественных вариаций осадков. С другой стороны, несмотря на это, обусловленные АВ приращения осадков в большинстве случаев имеют важное экономическое значение, что еще более повышает значимость оценки эффективности АВ на процессы осадкообразования в облачных системах различных форм.

2. При проведении работ по ИУО оценка результатов АВ осложняется невозможностью использования метода рандомизированного засева облаков. Этот метод со случайным принятием решений о засеве или не засеве пригодных для АВ облаков обеспечивает достаточно надежную статистическую оценку ИУО, но требует, чтобы примерно половина пригодных для АВ ситуаций пропускалась, и использовалась в качестве контрольного ряда при оценке, что приводило бы к недополучению заказчиком работ значительной части дополнительных осадков.

В связи с этим в работах по ИУО часто для оценки их эффективности применяются два метода: метод отношений и метод исторической регрессии.

3. При использовании метода отношений прогноз естественных осадков на площади мишени Y_M за некоторый период осуществляется путем умножения фактически выпавших за тот же период осадков на контрольной территории (КТ) Y_K на величину определенного по историческим данным отношения \bar{Y}_M / \bar{Y}_K , где \bar{Y}_M и \bar{Y}_K , соответственно, средние многолетние нормы осадков за аналогичные периоды времени на мишени и на КТ до начала проведения работ по АВ:

$$Y_M = (\bar{Y}_M / \bar{Y}_K) Y_K. \quad (1)$$

4. При использовании метода исторической регрессии статистическая оценка количества дополнительных осадков на ЗТ осуществляется на основе сравнения фактического слоя осадков, выпавшего на ЗТ за период АВ, с теоретической оценкой слоя естественных осадков на ЗТ за тот же период (прогнозируемое значение слоя), полученной по данным контрольных

осадкомерных станций на прилегающих территориях. Оценка прогнозируемого слоя производится по уравнениям регрессии, являющимся результатом статистического анализа корреляционных соотношений слоев осадков на ЗТ и прилегающей территории для многолетнего (обычно не менее 25 лет) ряда сетевых осадкомерных данных.

5. Расчет прогнозируемого слоя осадков на ЗТ Y_m осуществляется на основе фактического слоя осадков Y_k – на контрольных станциях, не испытывавших влияния засева, с помощью формулы

$$Y_m = aY_k + b, \quad (2)$$

где a и b – коэффициенты, определяемые соответственно путем статистического анализа многолетних архивных данных об осадках на ЗТ и прилегающей территории за период, предшествовавший работам по ИУО.

6. В процессе расчета коэффициентов a и b по методу наименьших квадратов на основе архивных осадкомерных данных из множества потенциальных предикторов приведенного уравнения выбирается такое подмножество, которое обеспечивает максимальное значение коэффициента детерминации R_p^2 . Такой выбор подмножества обеспечивает минимальность несмещенной оценки дисперсии случайной ошибки уравнения регрессии, и, следовательно, наилучшее качество прогнозирования по выбранному уравнению среди множества возможных уравнений.

7. Следует отметить, что условия проведения оперативных работ по ИУО на больших территориях как правило таковы, что применить для их оценки классический метод исторической регрессии напрямую не удастся. Это обусловлено невозможностью выбора заранее контрольной территории или фиксированный набор контрольных метеостанций из-за требований заказчика по проведению АВ на всей территории работ.

8. В связи с этим для оценки результатов оперативных проектов по ИУО на больших территориях используется «метод плавающего контроля» (МПК), суть которого заключается в использовании переменного («плавающего») набора контрольных метеостанций. В качестве контрольных выбираются станции, которые в течение анализируемого периода работ (обычно при проведении оперативных проектов в качестве такого берется месяц) не испытали влияния засева облаков. При этом территория работ делится на зоны (субмишени) с целью повышения корреляции между осадками контрольных станций и мишени.

9. В МПК осадки $V_m^{(k)}(j)$, выпавшие в зоне (субмишени) с номером m в месяце с номером k в j -том году, "прогнозируются" по линейному уравнению регрессии вида:

$$V_m^{(k)}(j) = \sum_{i \in l(m,n)} a_i^{(k)} v_i^{(k)}(j) + \sum_{i \in L(m,n)} b_i^{(k)} v_i^{(k)}(j) + c^{(k)}, \quad (3)$$

где $v_i^{(k)}(j)$ – количество осадков, выпавших на опорной станции с номером i за тот же период; $L(m,k)$ и $l(m,k)$ соответственно обозначены множества контрольных станций, расположенных на площади субмишени с номером m и в ее окрестности, которые оказались на удалении 50-70 км от

зоны засева облачности в месяце с номером k . Коэффициенты $a_i^{(k)}$, $b_i^{(k)}$ и $c^{(k)}$ определяются методом наименьших квадратов по данным опорного периода. Количество осадков $V_m^{(k)}(j)$ определяется путем суммирования проинтерполированных в узлы регулярной прямоугольной сетки величин осадков, измеренных на опорных метеостанциях.

10. При использовании метода регрессионного анализа возникает задача выбора набора независимых переменных для достаточно точного прогноза количества осадков на территории субмишени по данным контрольных осадкомерных станций. В качестве меры согласия модели регрессии с имеющимися данными используется коэффициент детерминации R^2 , т.е. квадрат множественного коэффициента корреляции R , численно выражающий долю дисперсии зависимой переменной Y , объясненную с помощью регрессионного уравнения, вычисляемый по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (4)$$

где $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ – среднее значение зависимой переменной y_i , \hat{Y}_i – значения, рассчитанные по уравнению регрессии.

11. Из (4) следует, что максимизация R^2 равносильна минимизации остаточной суммы квадратов $\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{Y}_i)^2$ и, следовательно, минимизации

несмещенной оценки дисперсии $S^2 = [\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{Y}_i)^2] / (n-p)$, где n и p –

соответственно длина выборки и число независимых переменных в регрессионной модели, включая свободный член. Однако, критерий R^2 непригоден для процедуры отбора подмножества предикторов, так как при сравнении подмножеств та модель, которая включает больше предикторов, будет иметь большее значение R^2 , поскольку при включении в регрессионное уравнение новой переменной коэффициент корреляции может только увеличиться. Критерий R^2 можно использовать для выбора лучшего подмножества, если число предикторов фиксировано.

12. В случае переменного числа предикторов вместо R^2 в качестве критерия качества прогноза по уравнению регрессии используется скорректированный коэффициент детерминации, определяемый как

$$R_p^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-p}, \quad (5)$$

где p – количество членов в регрессионном уравнении (3). Свойства этой статистики таковы, что в отличие от R^2 не при всяком включении в уравнение новой переменной ее значение увеличивается. Это происходит только в случае, если F -статистика при проверке гипотезы о значимости включаемой переменной будет больше заданного порогового значения. В противном случае включение нового предиктора уменьшает значение R_p^2 .

Таким образом, наилучшим уравнением прогнозирования, обеспечивающим минимальность несмещённой оценки дисперсии случайной ошибки уравнения регрессии (3), можно считать уравнение с подмножеством переменных, обеспечивающих наибольшее значение R_p^2 .

13. После завершения процедуры определения оптимального уравнения регрессии (3) эффект от проведения АВ с целью ИУО на субмишени m в месяце с номером k , выраженный в виде объема дополнительных осадков $\Delta V_m^{(k)}$, определяется как разность $V_m^{(k)} - \hat{V}_m^{(k)}$, т.е. разность между фактически выпавшими на ней осадками $V_m^{(k)}$ и их оценкой по оптимальному уравнению регрессии.

14. Проведенные в различных физико-географических регионах экспериментальные и опытно-производственные работы по ИУО с использованием технологии АВ и оценки их эффективности показывают, что относительное увеличение среднего слоя осадков на площади проведения АВ с целью ИУО определяется главным образом степенью использования пригодных для АВ метеорологических ситуаций и составляет от 10 до 30 % от естественного слоя осадков на площади работ за период АВ.

15. При проведении АВ с целью ИУМО в каждом конкретном случае результат АВ считается достигнутым в случаях, когда:

- облако полностью рассеивается;
- облако теряет четкие очертания, приобретает волокнистую структуру и уменьшается его плотность, одновременно облако распадается на части либо существенно уменьшается вертикальная мощность облака за счет оседания вершины, испарения его нижней части или того и другого одновременно;
- облако начинает оседать или растекаться, и сливается с окружающей его нижней частью слоистообразной облачностью.

16. Оперативный контроль результатов АВ с целью подавления его развития осуществляется путем визуальных наблюдений эволюции облака с борта самолета, с помощью инструментальных измерений параметров атмосферы в зоне облака и на основе радиолокационного контроля параметров облака. Результаты визуальных и инструментальных наблюдений в зоне облака заносятся в бортовой журнал.

17. Визуальные наблюдения результатов АВ с борта самолета позволяют достаточно надежно зарегистрировать положительный эффект АВ (подавление развития облака). При этом вынужденный характер эволюции облака, т.е. ее отличие от естественного процесса выявляется, в частности, путем сопоставления с эволюцией соседних облаков (при их наличии).

18. К числу инструментальных наблюдений, которые надежно подтверждают положительную реакцию облака на засев порошкообразным реагентом, относится фиксируемое при повторном пролете через вершину облака снижение до нуля скорости восходящего потока или возникновение вместо него нисходящего потока.

19. Результаты радиолокационных наблюдений являются основными при регистрации эффекта АВ, когда по визуальным наблюдениям облако может почти не изменить своей конфигурации и геометрических размеров, однако в нем существенно уменьшаются (от двух до трех раз) размеры и уровни интенсивности зон радиолокационной отражаемости, что свидетельствует о начале процесса диссипации облака.

20. Строгая физико-статистическая оценка эффективности АВ с целью ИУМО, выраженная в значениях процентного уменьшения выпадающих из них осадков является достаточно сложной. Она возможна на базе существующих методов оценки (метод контрольных территорий, метод исторической регрессии, метод рандомизированного засева облаков) при длительном проведении АВ на ЗТ территории с постоянным радиолокационным контролем облачности и осадков и с наземной осадкомерной сетью, обеспечивающей измерение осадков с высокой пространственной и временной разрешающей способностью. Соблюдение этих условий при проведении работ по метеозащите ЗТ невозможно в силу эпизодичности проводимых работ по АВ по метеозащите.

21. Оперативный контроль результатов АВ на облако с целью их рассеивания осуществляется путем визуальных наблюдений эволюции облака с борта самолета с фото- и видео регистрацией процесса рассеивания, с помощью инструментальных измерений параметров атмосферы в зоне облака и на основе радиолокационного контроля параметров облака. Результаты наблюдений заносятся в бортовой журнал.

22. При АВ на облака, из которых выпадают естественные осадки, задача оценки результатов АВ значительно усложняется. Это связано со значительной временной и пространственной изменчивостью осадков. В этом случае для оценки эффекта АВ данные о количестве осадков, выпавших при АВ, необходимо сопоставить с их количеством, которое было бы зарегистрировано при отсутствии АВ. В научных экспериментах это достигается путем использования специально разработанной методики рандомизации АВ, т.е. проведении АВ по специальной схеме, которая позволяет получать одновременно с рядом экспериментальных значений с АВ сравнительный контрольный ряд данных об осадках при естественном развитии облаков. К сожалению, такой метод неприменим при проведении оперативных работ по АВ, поскольку для получения контрольного ряда данных требуется пропуск значительной части пригодных для АВ ситуаций.

23. Оценка результатов АВ в этих случаях производится путем сравнения значений осадков, выпавших в районе АВ, с количеством осадков, выпавших в одном или нескольких контрольных районах, не подвергавшихся влиянию засева облаков. Такой способ оценки используется в эпизодических работах по улучшению погодных условий в мегаполисах.

24. При проведении продолжительных (в течение месяца, сезона) работ по ИУМО над ЗТ, оценка эффекта АВ производится с применением метода

отношений или исторической регрессии, описанного в пунктах 3 – 13 настоящего приложения.

Приложение № 13
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ОСАДКОВ

1. При выполнении работ по РО должна обеспечиваться безопасность жизни и здоровья граждан, безопасность окружающей среды от АВ и (или) от их возможных негативных последствий (изменения погоды и (или) загрязнения окружающей среды). В связи с этим работы по АВ проводятся на исправном оборудовании с применением исправных САВ в соответствии с их техническими описаниями, инструкциями по эксплуатации, руководствами по эксплуатации, техническими условиями.

2. В период проведения работ по РО следует неукоснительно соблюдать требования техники безопасности, а также соблюдать требования к организации и проведению работ по РО, применению САВ и оборудования, изложенные в следующих документах:

- Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997 № 60-ФЗ;
- постановление Правительства РФ от 11.03.2010 № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации»;
- постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме» (вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации»);
- приказ Минтранса России от 16.01.2012 № 6 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации»;
- ГОСТ 12.0.004-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения»;
- ГОСТ 9293-74 (ИСО 2435-73) Азот газообразный и жидкий. Технические условия;
- ТУ 26-04-622-88 Сосуды криогенные СК-6, СК-10, СК-16, СК-25, СК-40. Технические условия;
- Правила по охране труда при производстве наблюдений и работ на сети Росгидромета;

– технические описания, инструкции по эксплуатации, руководства по эксплуатации САВ и оборудования, применяемых в работах по РО.

3. К работе по РО допускаются работники, прошедшие обучение и аттестацию на курсах «Организация и проведение работ по регулированию осадков» Росгидромета с периодичностью не реже 1 раза в 5 лет, подтвердившие свои теоретические знания, практический опыт и навыки. Обучение работников включает изучение и инструктаж по охране труда и правилам техники безопасности, изучение правил работы с САВ и оборудованием.

4. В СОАВ также ежегодно перед началом работ по РО проводятся обучение, тренировка и инструктаж работников.

5. Перевозка САВ должна обеспечивать сохранность их свойств, соответствие требованиям эксплуатационной документации и осуществляться в соответствии с правилами перевозки грузов, с учетом класса опасности грузов, а также техническими описаниями, инструкциями по эксплуатации, руководствами по эксплуатации САВ и оборудования, применяемых при выполнении работ по РО.

6. САВ допускаются к перевозке при условии их упаковки, маркировки, наличия манипуляционных знаков, необходимых сопроводительных документов.

7. Снаряжение кассет пиропатронами производится наземной группой в специально отведенном, закрытом от осадков месте, если такого места не имеется, то на открытых площадках, огражденных красными флажками, находящихся на расстоянии не менее 50 метров от объектов.

8. Транспортирование снаряженных кассет к самолету производится на тележках. Кассеты должны быть надежно закреплены, и укрыты брезентом в случае осадков.

9. Перед установкой кассет в балки-держатели необходимо убедиться, что бортовая сеть питания устройства выброса УВ-26 и АСО-2И обесточена, предохранительная чека вставлена в блок выключателей.

10. Установка кассет в балки-держатели должна выполняться не менее чем двумя обученными специалистами (инженерами или техниками по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы).

11. При установке кассет в балки-держатели и после их установки находиться под стволами кассет категорически запрещается.

12. При возникновении нештатной ситуации в полете следует произвести аварийный отстрел пиропатронов (при необходимости) и обесточить устройство УВ-26 или АСО-2И.

13. Лица, участвующие в работах с азотными генераторами должны знать устройство генераторов и правила эксплуатации емкостей для хранения азота, а также руководствоваться требованиями пунктов 168-169, 172-179, 184, 186-189 приказа Минтруда России от 19.04.2017 № 371н «Об утверждении Правил по охране труда при использовании отдельных видов

химических веществ и материалов» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.05.2017 № 46835).

14. При заполнении емкостей необходимо избегать попадания жидкого азота на открытые участки тела и использовать индивидуальные средства защиты: непромокаемые утепленные рукавицы и фартук, защитные очки.

15. В случае аварийной ситуации при работе азотного генератора его необходимо обесточить, вручную сбросить избыточное давление и прекратить работы до устранения неисправностей. При попадании на тело жидкого азота его необходимо быстро стряхнуть, а пораженные участки кожи растереть этиловым спиртом, после чего наложить на них мазь для исключения обморожения.

17. При АВ с борта самолета техника безопасности состоит в строгом соблюдении бортоператорами и бортнаблюдателями инструкции по технике безопасности полетов в соответствии с руководством летной эксплуатации самолета.

Приложение № 14
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ОСАДКОВ

1. Основными реагентами, используемыми для вызывания осадков, являются твердая углекислота (CO_2), йодистое серебро (AgI) и жидкий азот.

2. Принцип действия твердой углекислоты и жидкого азота состоит в локальном охлаждении объемов облачной среды и образовании зон значительного пересыщения водяного пара, в которых происходит гомогенная конденсация пара и замерзание образующихся капель воды. Конечным продуктом при использовании твердой углекислоты и жидкого азота являются углекислый газ и газообразный азот.

3. Йодистое серебро, вводимое в облако в виде высокодисперсного аэрозоля с размерами частиц $10^{-3} - 10^{-1}$ мкм, стимулирует кристаллизацию переохлажденного облака, благодаря своему кристаллическому строению, позволяющему его частицам служить готовыми зародышами для образования и роста ледяных кристаллов. Частицы йодистого серебра сохраняются в атмосфере и выпадают на земную поверхность частично с осадками, частично - в виде сухих выпадений.

4. Степень опасности загрязнения окружающей природной среды реагентами АВ может быть оценена из сопоставления мощности различных видов источников этих веществ в атмосфере. При этом жидкий азот не требует рассмотрения, ввиду того, что азот является основной компонентой атмосферного воздуха (75,5 % по массе).

5. В таблице 4 приложения № 16 к настоящим временным методическим указаниям приведены сведения о поступлении серебра и углекислого газа в атмосферу от природных и антропогенных источников, показывающие, что годовое поступление продуктов АВ в атмосферу ничтожно мало по сравнению с общим поступлением этих веществ в окружающую среду от антропогенных источников.

6. Данные таблицы 4 приложения № 16 к настоящим временным методическим указаниям позволяют заключить, что влияние работ по РО на глобальное загрязнение атмосферы отсутствует. Однако сохраняется вопрос о локальном загрязнении районов проведения работ по РО.

7. Применение твердой углекислоты приводит к локальному повышению концентрации углекислого газа в месте АВ. Масштаб его можно

оценить, исходя из количества реагента, используемого в стандартной процедуре засева, и предельно допустимой концентрации углекислого газа в воздухе. Расход углекислоты в работах по РО составляет от 300 до 400 кг/ч (от 2 до 3 тонн в день). Такие количества углекислоты способны привести к созданию предельно допустимой концентрации углекислого газа в сферическом объеме диаметром порядка 100 м. Образование столь малых объемов повышенной концентрации CO_2 на высотах от 2 до 3 км, характерных для засевов облаков, не представляет угрозы для человеческой деятельности и биосферы. Время существования таких зон не превышает нескольких минут.

8. Оценить максимальное возможное загрязнение от использования йодистого серебра можно расчетным путем, а также на основе данных наблюдений, накопленных в районах, где ввод реагента в атмосферу производится систематически на протяжении многих лет.

9. Предельные оценки можно получить, рассматривая гипотетический случай АВ на все пригодные для засева летние конвективные облака на рабочих полигонах. По предварительным расчетам при этом возможен ежегодный расход до 1600 кг пиротехнического состава, содержащего от 0,4 до 2 % йодистого серебра, т.е. ввод в атмосферу в районе работ от 5 до 20 кг серебра в год. Если сделать еще одно сильное предположение, что весь введенный в облака реагент будет выпадать в этом же районе на землю, то при общей площади работ более 10 000 - 20 000 км² на каждый квадратный метр в среднем будет выпадать не более 10⁻⁶ грамма серебра. Если принять, что это количество сможет проникнуть на глубину 10 см в почве и на 1 м в водоемах, то концентрация серебра может возрасти в этих средах соответственно на 10⁻⁵ мкг/г и 10⁻⁴ мкг/л, что составит не более сотых и тысячных долей процента от фонового содержания серебра.

10. Результаты многолетнего экспериментального изучения состояния природной среды в районах АВ подтверждают эти оценки. Так, в таблице 5 приложения № 16 к настоящим временным методическим указаниям приведены данные о концентрациях серебра в воздухе, в бессточных водоемах и осадках, полученные в Молдавии и на Северном Кавказе в результате многолетних наблюдений за экологическими последствиями противорадовой защиты. Данные об изменении содержания серебра в растениях заимствованы из работы /Кляйн и др., 1975/, содержащей анализ специального трехлетнего экологического проекта, проводившегося в Америке в начале 70-х годов. В третьем столбце приведены фоновые значения концентрации для тех же районов, полученные либо на соседних контрольных территориях (водоемы МССР), либо в сезоны без АВ (концентрации в воздухе) и от образцов из незасеянных облаков (осадки).

11. Как видно из этой таблицы, накопление серебра в объектах природной среды в районах систематических АВ весьма мало. Оно практически не обнаруживается в воздухе, почве и в воде замкнутых водоемов. Исключение составляют осадки из засеянных облаков,

концентрация серебра в которых может повышаться в 10-100 раз. Однако и в воде осадков содержание серебра остается намного ниже ПДК.

Приложение № 15
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

ФОРМА ПРОГРАММЫ НА ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ОСАДКОВ

<p>Согласовано Начальник департамента Росгидромета по __ФО</p>	<p>Утверждаю Руководитель _____ Наименование СОАВ _____</p>
<p>Подпись _____ « ____ » _____ 20 ____ г.</p>	<p>Подпись _____ « ____ » _____ 20 ____ г.</p>
<p>Программа на проведение работ по регулированию осадков</p>	
<p>1. Организация исполнитель:</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Наименование специализированной организации</p>	
<p>2. Лицензия на осуществление работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы (регулирование осадков):</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Номер лицензии и дата ее выдачи</p>	
<p>3. Основание для проведения работ с приложением копий соответствующих документов:</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Государственное задание/контракт/договор, его номер и дата</p>	
<p>4. Место проведения работ:</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Согласно государственному заданию/контракту/договору</p>	
<p>5. Сроки проведения работ:</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Согласно государственному заданию/контракту/договору</p>	
<p>6. Наименование организации, предоставляющей метеорологическую и прогностическую информацию:</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Для специализированных организаций, не имеющих лицензию на проведение метеорологических</p>	

наблюдений

7. Обеспеченность работ:

Таблица 1. Сведения о самолетах, планируемых к применению

Наименование	Бортовой номер	Год выпуска
Итого:		

Таблица 2. Сведения о САВ

Наименование	Заводской номер	Год выпуска	Количество, шт.
Итого:			

Таблица 3. Сведения о реагентах

Наименование реагента	Тип реагента	Год выпуска	Количество, шт.
Итого:			

Таблица 4. Сведения о средствах радиолокации и автоматизации

Наименование	Заводской номер	Год выпуска	Количество, шт.
Итого:			

Таблица 5. Сведения о пунктах наблюдения, данные которых планируется использовать (аэрологические, метеорологические и осадкомерные) на защищаемой территории и на прилегающей территории (при их наличии)

Наименование пункта	Вид пункта	Принадлежность пункта

Таблица 6. Сведения о средствах измерения метеорологических характеристик

Наименование и дата последней поверки (калибровки)	Заводской номер*	Год выпуска	Количество, шт.

*Для каждого средства измерения необходимо приложить к программе копию свидетельства о последней поверке.

Таблица 7. Наличие и техническое состояние средств связи

Наименование	Год выпуска	Количество	Техническое состояние
Всего:			

Таблица 8. Сведения о специалистах активного воздействия

ФИО, должность*	Образование	Стаж работы в области АВ
Лётная группа		
1.		
2...		
Наземная группа		
1.		
2...		

* Указываются основные специалисты, организации-исполнителя и организаций-соисполнителей (при наличии), с указанием наименований организаций-соисполнителей.

8. Ожидаемый результат работ:

В соответствии с контрактом

Руководитель СОАВ _____

Подпись, инициалы и фамилия

Приложение № 16
к временным методическим указаниям в
области активного воздействия на
метеорологические и другие
геофизические процессы «Требования к
организации и проведению работ по
регулированию осадков»

ТАБЛИЦЫ

Таблица 1

№	Параметр	Диапазон изменения	Погрешнос ть	Разрешен ие
1	Бортовое время, чч:мм:сс	-	-	0,1
2	Широта места GPS/ГЛОНАСС, град.	От минус 80°S до 80° N	±0,0003	0,00005
3	Долготаместа GPS/ГЛОНАСС, град.	От минус 180° W до 180°E	±0,0003	0,00005
4	Геометрическая высота GPS/ГЛОНАСС, км	От 0 до 10	±0,01	0,005
5	Статическое давление, гПа	От 91,2 до 1050,4	±0,4	0,02
6	Азимут на радиомаяк, град.	От 0 до 360	-	0,001
7	Удаление от радиомаяка, км	От 0 до 3000	-	0,00001
8	Истинная температура воздуха, °C	От минус 50 до 50	±0,5	0,01
9	Истинная воздушная скорость, мс ⁻¹	От 30 до 180	±0,3	0,05
10	Путевая скорость, мс ⁻¹	От 30 до 180	±0,2	0,05
11	Модуль скорости ветра, мс ^{-1*}	От 0 до 50	±0,7	0,05
12	Угол ветра, град.*	От 0 до 360	±1,0	0,05
13	Температура точки росы/инея, °C	От минус 60 до 30	±0,5	0,01
14	Относительная влажность, %	От 10 до 100	±5	0,01

*Примечание: Погрешности расчета модуля скорости ветра и угла ветра для условий горизонтального полета при кренах самолета более 5° при разворотах самолета могут составлять ±2,0 мс⁻¹ и ±3,0° соответственно.

Таблица 2

Диапазон измерения водности облаков при скорости воздушного потока 100 ± 20 м/с: нижний предел, г/м ³ , не более верхний предел, г/м ³ , не менее Погрешность измерений, %, не более	0,003 3 10
Характеристики поточного датчика: Приемная площадь коллектора жидкой водности облаков, см ² Приемная площадь коллектора полной водности облаков, см ² Сопротивление между выводами чувствительных элементов при температуре 90°C, Ом Отношение мостов чувствительных элементов	0,3 ± 0,05 0,5 ± 0,1 От 1,5 до 3 От 1,00 до 3,00
Предельно допустимая рабочая температура чувствительных элементов, °С	100
Пределы выходного напряжения постоянного тока, В	От 0 до 10
Выходное сопротивление, кОм, не более	1
Постоянная времени выходного напряжения, с	0,1 ± 10
Напряжение источника питания постоянного тока, В	27 ± 10%
Допускаемая температура окружающего воздуха при работе прибора, °С: – блока управления; – датчика	От 10 до 35 От минус 60 до 30

Таблица 3

Характеристики самолетов	Ил-18	Ан-12	Ан-26	Ан-30	Ан-72	Як-40	Як-42	Ан-28	М-101Т	АН-2
Взлетная масса, т	61	61	24	21	33	16	59	6,5	3,72	5,2
Крейсерская скорость, км/ч	617	590	430	430	550	510	700	335	360	180
Практический потолок, м	10000	9800	7300	7300	11800	8000	9800	7000	8000	4200
Максимальная дальность полета при максимальном запасе топлива, км	4270	4560	2340	2550	4400	1250	4100	1500	1400	990
Максимальная полезная нагрузка, т	13,5	20	4,1	5,5	10	3,2	12	2	0,63	1,5

Таблица 4

Вещество	Природные источники					Антропогенные источники		
	Ветровая эрозия почв	Извержение вулканов	Космическая пыль	Перенос с поверхности океана	Лесные пожары	Тепловые электростанции	Промышленность, транспорт	Активное воздействие
Серебро	50	10	0,09	10	80	800	1400	1 – СССР 10 – (в мире)
Углекислый газ			10^{12}			$5 \cdot 10^9$		10^4

Таблица 5

Объекты среды	Место исследований	Средняя фоновая Концентрация В районе воздействия	Средняя Концентрация После Активного воздействия	ПДК Серебра
Воздух	Молдавия 1984-1991	0,014 мкг/м ³	0,015 мкг/м ³	10 мкг/м ³
Водоемы	Молдавия 1983-1991	3,5 мкг/л	3,60 мкг/л	50 мкг/л
Почва	США, San Juan 1971-1973	0,1-1,0 мкг/г	0, -0,4 мкг/г	10 мкг/г (бактерицидное действие)
Осадки	Северный Кавказ	0,01 мкг/л	0, -1,0 мкг/л	50 мкг/л