


УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБУ
«Высокогорный геофизический
институт»



В.О. Тапасханов
« 3 » марта 2014г.



ОТЗЫВ

ведущей организации
ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»
на диссертационную работу
Козлова Владимира Николаевича
«Электрические методы искусственного регулирования осадков»,
представленную на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности
25.00.30 – Метеорология, климатология и агрометеорология.

Актуальность темы диссертации.

Диссертационная работа Козлова Владимира Николаевича посвящена теоретическому и экспериментальному изучению влияния электрических сил на фазовые переходы воды, а также разработке технологий искусственного увеличения осадков и тушения лесных пожаров.

В настоящее время накоплен большой экспериментальный и теоретический материал по изучению фазовых переходов воды в атмосфере. Выявлена роль различных аэрозолей, температуры среды, давления и др. на формирование облачной среды. Что касается электрических зарядов и электрических полей. То методы определения их роли в процессах облако- и осадкообразования несовершенны и точность их мала. Поэтому многие вопросы физики облаков и осадков, касающиеся фазовых переходов воды при наличии электрических зарядов и внешних электрических полей остаются малоизученными. В результате не нашли применения в производственных процессах электрические методы воздействия на облака и осадки, требуется разработка реагентов без температурного порога применения, особенно в теплый период года, когда конвективные облака располагаются в области положительных температур в атмосфере.

В этом плане диссертация В.Н. Козлова и задачи, поставленные в ней, являются весьма актуальными.

Структура и объем диссертации включает шесть глав, введение,

заключение, список литературы и приложения. Общий объем работы составляет 307 страниц. Список литературы содержит 289 наименований, из которых 30 на иностранном языке.

Во **введении** обосновывается актуальность исследований по теме диссертации, сформулирована цель работы и вытекающая из нее необходимость решения ряда задач, которые способствуют достижению положительного эффекта АВ. Здесь же перечисляются основные проблемы и задачи АВ с целью ИРО, приводится научная и практическая значимость проведенных работ, формулируются основные положения, выносимые на защиту, отмечается личный вклад автора в полученных результатах, дается информация о публикациях работы, запатентованной интеллектуальной собственности, разработанных руководящих документах и докладах на научных конференциях и симпозиумах.

В **Главе 1** рассмотрены вопросы мониторинга лесных пожаров, оценен экологический и социальный ущерб от лесных пожаров; изложены последствия лесных пожаров; приведен обзор результатов работ по ИВО для борьбы с лесными пожарами с использованием реагентов и технических средств воздействия на атмосферные процессы.

Автором показано, что предотвращение и тушение лесных пожаров является крупной народно-хозяйственной проблемой на территории РФ, на решение которой ежегодно расходуются большие материальные и финансовые средства.

Приведенный в главе обзор работ свидетельствует о том, что остается еще много нерешенных вопросов по методам АВ для борьбы с лесными пожарами. Одним из таких вопросов является отсутствие почасового суточного индекса пожарной опасности лесов, так как ежедневная вероятная плотность действующих пожаров является абсолютным критерием пожарной опасности в лесах.

Предложен новый физически обоснованный индекс оценки пожарной опасности лесов, учитывающий суточные изменения температуры и относительной влажности по установленным восьми срочным наблюдениям метеовеличин.

В **Главе 2** рассмотрена возможность использования самолетов – танкеров Бе-12п, Бе-200п, Ил-76п и др. для снижения КПО и ИВО на лесные пожары водным аэрозолем.

Показано, что для искусственного вызывания осадков из мощных кучевых и кучево-дождевых облаков мощностью 1500 м и более предпочтительным является засев вершины облака крупными водяными каплями 3 мм и более для искусственного создания в облаке баллоэлектрического эффекта, вследствие которого в облаке возникает цепной процесс образования осадков.

В Главе 3 приводится обоснование применения растворов гигроскопических реагентов, в том числе морской воды, для ИВО на лесные территории. Исходя и вышеизложенных автором экспериментальных и теоретических расчетов впервые разработан способ и устройство для ИВО из конвективной облачности с использованием баллоэлектрического эффекта при разбрызгивании водного аэрозоля, заряженных растворов гигроскопических веществ, в том числе морской воды, струйными форсунками, подана заявка на получение патента РФ на изобретение за № 2013107400.

В Главе 4 приведено обоснование электрических методов воздействия на процессы облако и осадкообразования.

Впервые за последние 60-70 лет проведения работ по АВ на атмосферные процессы разработан и испытан в производственных работах новый заряженный аэрозольный реагент, не имеющий ограничений в применении, без температурного порога в отличии от твердой углекислоты и йодистого серебра. Приведено теоретическое обоснование применения заряженного аэрозоля, образующегося пиротехническим путем. Полученные в результате термоионизации отрицательные ионы идут на укрупнение облачных капель, а положительные ионы на образование ледяных кристаллов.

Впервые реагент и способы его применения запатентованы в Российской Федерации: патенты РФ: №№ 2061358, 2073969, 2075284, 2090548, 2090549, 2179800, 2181239, 2191499 и др. Разработаны и внедрены руководящие документы по ИВО для снижения КПО и тушения лесных пожаров РД 52.04.628-2001, РД 52.04.674-2006.

В Главе 5 рассмотрен термоконденсационный способ генерации заряженных аэрозолей. Пиротехнический состав для генерации состоит из смеси порошкообразного металлического горючего (магний или его сплавы), окислителя (калиевая селитра) и небольших добавок органического вещества (смола СФ-0112А, карбамид или аминотетразол). Продукты горения ПС при $T=3000-4000K$ представляют собой различные соли и окислы в виде твердых частиц размером 0,00075-0,75 мкм эмитирующие электроны при охлаждении до температуры 700-800К.

Глава 6 посвящена оценке физической и экономической эффективности работ по тушению лесных пожаров искусственно вызванными осадками.

Наиболее важными результатами диссертации, имеющими высокую степень новизны и научной значимости, являются:

1. Разработанный термоионизационный способ генерации заряженных аэрозолей для ИВО из конвективной облачности для снижения интенсивности засушливых явлений, КПО лесов и тушения лесных пожаров.

2. Предложенный ионогенный механизм осадкообразования в конвективной облачности, заключающийся в участии заряженных аэрозолей в процессе укрупнения облачных капель.

3. Разработанную технологию ИВО с применением баллоэлектрического эффекта с использованием легкомоторных и средневысотных воздушных судов.

4. Разработанный термоионизационный метод предотвращения молниевых разрядов заряженным аэрозолем.

5. Предложены методы оценки физической эффективности и экономического эффекта ИВО на примере охраны лесов от пожаров.

Практическая ценность результатов.

В силу новизны полученных результатов исследование имеет вполне определенную фундаментальную и практическую значимость.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования для фундаментальной науки состоит в существенном расширении границ роли электрических си в процессах облако- и осадкообразования.

Предложенные автором методы тушения лесных пожаров искусственно вызванными осадками и технологии их производств внедрены в производства, что подтверждается руководящими документами, регламентирующими:

- порядок проведения работ по искусственному вызыванию осадков из конвективных облаков при борьбе с лесными пожарами с борта легкомоторных воздушных судов;

- руководство по искусственному вызыванию осадков для охраны лесов от пожаров;

- комплексную оценку возможных вредных уровней воздействия на окружающую среду при работах по активным воздействиям на гидрометеорологические и геофизические процессы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Для построения методологии исследований диссертант использовал по целевому назначению: известные положения физики образования осадков, методы и средства модификации облаков и осадков, теоретические основы нуклеации воды в атмосфере, теоретические основы образования электричества облаков, основы классической термодинамики и прикладной химии. Разработанные реагенты на основе калиево-магниевых смесей прошли теоретическое обоснование, лабораторные исследования в камере туманов и производственную проверку на 15 авиабазах охраны лесов от пожаров. Достигнутые результаты свидетельствуют о высокой эффективности применения разработанных реагентов и технологий их использования в

пожароопасный период года. Все вышеперечисленное позволяет полагать, что сделанные в диссертации выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Впервые разработан экспериментальный реагент для ИВО на основе щелочных металлов, позволяющий проводить АВ на теплые облака в пожароопасный период года.

Впервые исследовано влияние заряженных аэрозолей с гигроскопическим (составом) на процессы конденсации, кристаллизации, осадкообразующий механизм и электричество облаков.

Разработана методика засева конвективной и слоистообразной облачности над лесными территориями с лесопатрульных самолетов.

Впервые предложено использовать баллоэлектрический эффект для ИВО на лесные территории.

Впервые предложено использование наземных средств АВ и беспилотных воздушных судов для ИВО с целью снижения класса пожарной опасности (КПО) лесов и тушения лесных пожаров.

Впервые дано определение электрической неустойчивости гидрометеоров в облаках.

Новизна проведенного исследования заключается в использовании более эффективных реагентов для ИВО, зарекомендовавших себя в производственных работах по тушению лесных пожаров в 1998-2006 гг. Для ИВО предложено использовать модернизированные самолеты Ан-2п, новейшие противопожарные самолеты Ан-32п и Бе-200п, ИЛ-76 а также беспилотные воздушные суда.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Все авторские исследования, включенные в диссертацию, опубликованы в научной печати и составляют – 60 работ. По основным результатам диссертации опубликованы: 2 монографии (ISBN: 978-594652-359-2-2011; 978-3-659-46160-6-2013); получены 10 патентов РФ на изобретения; 6 статей в трудах, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК; 39 публикаций статей, тезисов и докладов в других изданиях.

По своему содержанию и публикациям диссертация соответствует критериям, которым должны отвечать докторские диссертации на соискание ученых степеней (раздел II п. 9,10,11,13,14 «Положения о присуждении ученых степеней»). Количество публикаций, в которых изложены основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора наук составляют 16, из них 10 патенты на изобретения.

Подтверждение личного вклада соискателя в разработку научной проблемы

Анализ публикаций, патентов на изобретения, докладов на научных конференциях полностью подтверждает личный вклад соискателя в разработку научной проблемы по теме диссертации «Электрические методы искусственного регулирования осадков». В работе дано теоретическое обоснование электрических методов воздействия на мощные конвективные облака с целью борьбы с засухой и ее последствиями в виде лесных пожаров. Проведены экспериментальные исследования в лабораторных (камера туманов в ИЭМ) и полевых условиях (экспериментальный полигон в п. Воейково). Разработаны технологии искусственного вызывания осадков из конвективной облачности. Проведено патентование интеллектуальной собственности, осуществлена публикация статей и монографий по результатам работ, действующих руководящих документов (инструкция-2002г., руководство -2006г.). Выполнена работа на борту воздушного судна по искусственному вызыванию осадков, осуществлено обучение научных сотрудников и летного состава искусственному вызыванию осадков, проведено непосредственное руководство летными работами по искусственному регулированию осадков и др. работы, связанные с инициативными проявлениями, научными и практическими достижениями в области управления атмосферными процессами. Все это отражено в публикациях статей (более 60), патентов РФ (10 патентов), тезисах и докладах на международных всероссийских конференциях.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность, подтверждение публикаций автора.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы. Содержание работы соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается последовательностью плана исследования, непротиворечивостью методологической платформы, производственной практикой разработанных технологий, полученным экономическим эффектом, взаимосвязанностью выводов и рекомендаций по использованию полученных результатов. Публикации автора подтверждаются списком использованных авторских ссылок и их соответствием изложению диссертации.

Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

Рекомендации по использованию полученных результатов

Впервые разработанный термоионизационный способ электрического разряда конвективного облака на основе применения пиротехнического способа генерации заряженного реагента по патенту РФ № 2090548 рекомендуется использовать при молниевой защите важнейших народнохозяйственных и оборонных объектов от поражения грозovým электричеством (заявка на получение патента РФ на изобретение № 2013131639 от 9.07.2013г.).

Впервые данное объяснение электрической неустойчивости в конвективной облачности, состоящей из электрической неустойчивости первого рода (эффект Релея) и электрической неустойчивости второго рода, проявляющейся в разделении электрических зарядов в конвективном облаке вследствие испарения, дробления облачных капель и кристаллов предлагается использовать для численного прогноза осадков и грозовой активности конвективных облаков.

Предложено использовать самолеты противопожарной авиации модифицированный Ан-2п, Ан-32п, Бе-12п, Бе-200п, Ил-76п и др. для ИВО водным аэрозолем при наличии ресурсной облачности. ИВО является наиболее эффективным средством пожаротушения (при соответствующих метеоусловиях), так как из одного засеянного реагентами конвективного облака может выпасть от 9-10 тыс. тонн воды до 37-42 тыс. тонн, тогда, как Бе-200п за одну заправку выливает на очаг пожара 6-12 тонн воды. Рассмотрена возможность использования современных струйных форсунок типа Turbotac для засева облачности водным аэрозолем. Преимуществом этого типа форсунок является распыление жидкости каплями размером от 5 до 300 мкм. Форсунки могут распылять суспензии, содержащие растворы и твердые частицы. Из 1 галлона (3,785 л) жидкости получается 50 триллионов капель с общей площадью поверхности более 4700 м². Применение водного аэрозоля (20 руб/м³) с успехом может заменить дорогостоящую твердую углекислоту (10⁵ руб/т) в работах по активным воздействиям.

Замечания по диссертационной работе:

1. В обзорной части работы автор недостаточно подробно рассматривает грозвые явления, как источник возникновения лесных пожаров. Не выявлена доля различных источников в возникновении лесных пожаров.

2. Глава 3 перегружена таблицами, некоторые из которых имеют избыточную подробность и точность, например в таблице 3.3 рассматриваются соли (Na₂SO₄), которые не используются в активных воздействиях на облака.

3. В главе 3 недостаточно полно рассмотрена возможность использования морской воды в качестве гигроскопического вещества.

4. Сведения о ресурсной облачности рассматриваются по исследованиям 70-х начала 80-х годов прошлого века.

5. Недостаточно полно раскрыты методы экономической оценки искусственного вызывания осадков на лесные территории.

6. Не приведены схемы засева кучево-дождевой облачности для искусственного вызывания осадков.

7. В п.5.2 рассматриваются переменные коэффициенты турбулентности, а расчеты проводятся практически с постоянными коэффициентами.

8. В главе 6 недостаточно полно раскрыты возможности использования беспилотных летательных аппаратов для искусственного вызывания осадков.

9. В работе недостаточно полно раскрыты изобретения автора за исключением патента РФ № 2090548.

Заключение.

Отмеченные недостатки, по мнению ВГИ, носят дискуссионный характер и не снижают ценности диссертационной работы.

Полученные теоретические и экспериментальные результаты, выполненные на высоком научном уровне, оригинальны и обладают научной новизной. Практическая значимость работы не вызывает сомнений.

Представленная диссертация - это итог плодотворной работы, проводимой автором в течение длительного времени. В целом выполненная работа, представляющая собой самостоятельное законченное исследование, характеризует автора как сложившегося исследователя, владеющего всем арсеналом современных средств научного и экспериментального исследования.

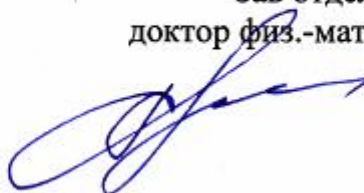
Научные результаты диссертации соответствуют пунктам 1 и 6 Паспорта специальности 25.00.30 - «метеорология, климатология, агрометеорология». Материалы исследования детально изложены в 52 опубликованных работах, из которых 6 статей входят в перечень научных изданий, рекомендуемых ВАК. Основные результаты исследований обсуждались на научных конференциях и симпозиумах разного уровня. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Диссертационная работа Козлова Владимира Николаевича является законченной научно- квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема предотвращения (снижения интенсивности) опасных природных явлений засух и гроз и их проявлений в возникновении лесных пожаров путем искусственного регулирования осадков, имеющая важное хозяйственное значение. Разработанная технология и полученные практические результаты исследований вносят значительный вклад в развитие страны в лесном и сельскохозяйственном производстве. Диссертационная работа соответствует

требованиям п. 9 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Соискатель Козлов Владимир Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

Отзыв рассмотрен на семинаре отдела стихийных явлений ФГБУ «ВГИ» 28 февраля 2014 года (протокол №2).

Зав отделом ФГБУ «ВГИ»
доктор физ.-мат. наук, профессор



А.Х. Аджиев