

## Отзыв на автореферат

диссертации Шаповалова Виталия Александровича «Закономерности формирования макро- и микроструктурных характеристик грозоградовых облаков с учетом взаимодействия термогидродинамических, микрофизических и электрических процессов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агроклиматология

Диссертационная работа посвящена важной в научном и прикладном отношении проблеме – исследованию физических процессов в облаках, их взаимодействия между собой и разработке научно-обоснованных методов активного воздействия (АВ) на процессы формирования осадков.

До настоящего времени процессы в облаках не изучены в полном объеме из-за сложности, трудной доступности и опасности, поэтому исследования по физике облаков продолжают по разным направлениям: как полевые, так и на основе моделирования с применением сложных трехмерных моделей.

Диссертационная работа выполнена автором с применением численного моделирования и проверенных численных методов, что является ее положительным свойством. Следует отметить, что ряд сложных вопросов развития облаков при естественном развитии и при активном воздействии реагентами можно исследовать только лишь с помощью соответствующих адекватных моделей.

Постановка задачи модели грозоградовых облаков включает наиболее приемлемые для таких моделей уравнения, граничные и начальные условия. Для реализации модели на ЭВМ применяются алгоритмы, основанные на совместном применении методов расщепления и прогонки.

Автором впервые детально в трехмерном отображении исследована физика образования, движения и роста жидких и твердых частиц в облаках с учетом взаимодействия динамических, термодинамических, микрофизических и электрических процессов. Например, определено, что в результате деформации полей термодинамических параметров под влиянием динамических существенно изменяются условия роста частиц осадков. В результате численных экспериментов по моделированию АВ на градовые облака им предложено место воздействия и концентрация искусственных частиц, которые дают высокую эффективность при расчетах, при этом используется интегральный показатель эффективности АВ.

Представляют научный интерес и новизну результаты количественной оценки распределения электрических зарядов в облаке и влияния электрических процессов на формирование осадков. Важным научным результатом является и исследование взаимодействия физических процессов в облаках. Следует отметить, что результаты расчетов интерпретировались с применением авторской программы трехмерной графики.

В качестве замечания следует отметить, что модель не учитывает других физических процессов электризации облачных частиц, кроме образования осколков при замерзании капель и при столкновениях капель с кристалликами.

Указанное замечание не уменьшает значимости работы и сделанных выводов.

В целом автореферат написан ясным и понятным языком, что позволяет объективно оценить проделанную работу. Не вызывает сомнений достоверность результатов, полученных автором. Материалы опубликованы в рецензируемых изданиях в полном объеме.

В диссертационной работе автором решены ряд вопросов, совокупность которых представляет большой научный и практический интерес: исследовано формирование макро- и микроструктурных характеристик грозоградовых облаков с учетом взаимодействия различных физических процессов, исследовано образование осадков в конвективных облаках с учетом электрической коагуляции, исследованы теоретические вопросы усовершенствования методов активного воздействия на облака. Решение этих задач имеет и важное хозяйственно значение, например, для искусственного увеличения осадков и противоградовых работ.

Диссертационная работа В.А.Шаповалова «Закономерности формирования макро- и микроструктурных характеристик грозоградовых облаков с учетом взаимодействия термогидродинамических, микрофизических и электрических процессов» является логически законченным исследованием, полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Доктор технических наук,  
профессор,  
профессор кафедры технологий и средств  
геофизического обеспечения  
Федерального государственного бюджетного  
военного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского»

 Александр Павлович Доронин

191198, г.Санкт-Петербург, Ждановская ул., 13  
Тел.: (812) 347-95-52. E-mail: [doronin52@mail.ru](mailto:doronin52@mail.ru)

Подпись профессора ВКА имени А.Ф.Можайского, доктора технических наук, профессора, Доронина Андрея Павловича  
ЗАВЕРЯЮ

Помощник начальника академии  
по службе войск и безопасности военной службы – начальник отдела



Р.Рахимов

«16» января 2020 г.