

Д. Д. Кулиев, А. В. Шаповалов (Нальчик, ВГИ). Исследование взаимодействия термодинамических и микрофизических процессов в конвективных облаках.

Конвективные облака представляют собой сложную термодинамическую и микрофизическую систему с большим числом прямых и обратных связей. Связь динамических, термодинамических и микрофизических процессов, их взаимодействия, важной особенностью которых является нелинейность, носят весьма сложный характер и играют важную роль в формировании микроструктуры облаков. Одним из проявлений этих взаимодействий является деформация полей термодинамических параметров в облаке по сравнению с окружающей атмосферой. Как показывают измерения, проведенные различными исследователями, в облаках имеются области, где температура выше или ниже, чем в окружающей среде. Результаты многочисленных измерений температуры в околооблачной части зоны *Cb* и внутри наковален облаков показывают, что отклонение температуры составляет 1–5° С. Максимальные отклонения температуры в нисходящих потоках от температуры атмосферы обычно меньше, чем в восходящих потоках и, кроме этого, они холоднее окружающего воздуха. Следует ожидать, что в грозовых облаках, особенно в мощных, в которых скорости восходящих потоков большие и происходят интенсивные фазовые переходы воды, значения ΔT будут еще больше. Горизонтальные размеры возмущений температуры в разных частях облака различны и зависят от стадии развития облака. Этот термодинамический фон естественным образом оказывает влияние на протекание микрофизических процессов в конвективных облаках. Существенным является и обратное влияние — влияние термодинамических процессов на динамические. Оно осуществляется посредством теплоты фазовых переходов, протекающих в конвективных облаках довольно интенсивно. Особенно это относится к мощным градовым облакам.

Все эти проблемы связаны с крайней сложностью и недостаточной изученностью самого объекта воздействий и исследований, которым являются облака. Большое разнообразие облачных форм и присущих им микрофизических и мезомасштабных характеристик, недостаточная изученность закономерностей формирования микроструктуры облаков, их пространственная неоднородность и изменчивость во времени затрудняют исследование изменений, происходящих в облаке в результате активных воздействий.

В работе, представленной данным докладом, авторами на основе математической модели облака исследовались взаимодействия между термодинамическими и микрофизическими процессами в конвективных облаках. Использовалась двумерная модель с детальным учетом термодинамических и микрофизических процессов. Модель состоит из уравнений, описывающих изменение со временем полей компонентов вектора скорости воздушных потоков, потенциальной температуры, давления, влажности, уравнения непрерывности, кинетических уравнений для функций распределения по массам капель ($f_1(x, z, m, t)$) и ледяных частиц ($f_2(x, z, m, t)$), начальных и граничных условий. В качестве исходных данных при моделировании использовались данные атмосферного зондирования на территории Ставропольского края и Кабардино-Балкарской республики за весенне-летний период.

Анализ микроструктуры и термодинамики облаков по результатам моделирования позволил установить, что: в конвективных облаках со скоростью восходящих потоков 10 м/с и более влияние деформации полей термодинамических параметров на микроструктуру становится существенным; вследствие деформации полей термодинамических параметров под влиянием восходящих и нисходящих потоков в облаке образуется область с повышенной турбулентностью, в которой наблюдается более интенсивный коагуляционный рост частиц осадков; в результате динамического взаимодействия с воздушными потоками частицы осадков находятся продолжительное время в условиях, благоприятных для их роста.