

Использование модели однородного пограничного слоя для прогнозирования атмосферных процессов

СИТНИКОВ ГРИГОРИЙ ИГОРЕВИЧ

Томский государственный университет (Томск), Россия

e-mail: SGI93@mail.ru

ТЕРЕНТЬЕВА МАРИЯ ВАЛЕНТИНОВНА

Томский государственный университет (Томск), Россия

e-mail: mariya-terenteva@mail.lru

СТАРЧЕНКО АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ

Томский государственный университет (Томск), Россия

Аннотация

Изучение атмосферных процессов, происходящих в планетарном пограничном слое, в настоящее время имеет большое значение для решения различных прикладных задач: локальный прогноз погоды, изучение формирования атмосферных циркуляций, образования туманов и облачности и др. Одним из основных инструментов в исследовании атмосферы является математическое моделирование.

Упрощенным вариантом пространственных моделей являются модели однородного атмосферного пограничного слоя (АПС), то есть одномерные модели, в которых метеорологические параметры считаются постоянными в горизонтальной плоскости, и их изменение рассматривается только с высотой и со временем. Не смотря на это, одномерные модели, опирающиеся на данные атмосферных наблюдений, имеют высокое разрешение по времени и вертикальной координате и, для небольших территорий удовлетворительно описывают суточную изменчивость метеорологических параметров.

Была разработана метеорологическая модель высокого разрешения для прогноза

и исследования погодных явлений. В данной модели применялись следующие допущения:

— предполагалось, что плотность воздуха зависит от базовых значений давления и температуры атмосферного пограничного слоя, вариации плотности в зависимости от изменения температуры учитываются только при моделировании турбулентности;

— процессы молекулярной диффузии незначительны по сравнению с турбулентным обменом;

— предполагается, что метеорологические параметры изменяются лишь по времени и от вертикальной координаты.

Но современная метеорологическая модель должна включать и современную схему микрофизики влаги, оперирующую, по крайней мере, с тремя видами атмосферной влаги – водяным паром, облачной и дождевой влагой, а также радиационный теплообмен, который играет одну из основных ролей в формировании атмосферных процессов.

В связи с этим была построена математическая модель, учитывающая помимо парообразной образование облачной и дождевой влаги, а также радиационный перенос тепла как при ясном небе, так

и при наличии облачности. Разработаны два вычислительных блока: блок микрофизики влаги и блок, отвечающий за радиационный теплообмен для исходной однородной модели АПС, и осуществлена их апробация для реальных условий.

Построенная математическая модель использует микрофизику теплого дождя, предложенную Кесслером, то есть предполагается, что в атмосфере влага может присутствовать только в виде водяного пара, облачной и дождевой воды. Учитываются процессы аккреции (захват облачной влаги дождевой), автоконверсии (слипания облачных капель с образованием дождевых), конденсации и испарения. Построенная таким образом система уравнений в частных производных с начальными и граничными условиями интегрировалась с помощью метода конечных объемов и неявных схем. Получившиеся после аппроксимации системы трехточечных уравнений решались методом прогонки.

Для моделирования радиационного переноса тепла как при ясном небе, так и при наличии облачности используется подход, основанный на делении всего спектра излучения на коротковолновую и длинноволновую составляющие. Поток солнечного излучения трансформируется в толще земной атмосферы посредством атмосферной влаги. Поток длинноволнового излучения земли претерпевает изменения рассеиваясь атмосферой, но и усиливается излучением самой атмосферы.

Таким образом, была построена модель однородного атмосферного пограничного слоя учитывающая схему Кесслера, радиационный теплообмен. В настоящее время модель тестируется на реальных условиях. Работа выполнена при финансовой поддержке ФПЦ «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 (соглашение №12.В37.21.0667).