

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ АЛЬБЕДО ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Неелова Л. О.

(Россия, Санкт-Петербург)

В данной работе представлены эмпирические зависимости альбедо от температуры и типа подстилающей поверхности. Анализируются результаты численных экспериментов с гидродинамической полусферной моделью атмосферной циркуляции, в которую включен радиационный блок с уточненными значениями альбедо.

Как известно, лучистый теплообмен – первооснова и постоянно действующая составляющая энергетики атмосферы. Поэтому успешная параметризация радиационных потоков и притоков в гидродинамических моделях любого масштаба является первоочередной задачей, стоящей перед разработчиками этих моделей. Алгоритмы расчетов лучистых потоков в различных моделях существенно отличаются друг от друга, и всегда являются приближенными по отношению к точным решениям строгих уравнений теории переноса излучения. Приближенность расчета неизбежна ввиду следующих обстоятельств:

1. в динамических задачах не содержится достаточной информации для расчета радиации,
2. пространственное и, особенно, вертикальное разрешение моделей недостаточно подробно,
3. радиационный блок не должен быть слишком трудоемким и занимать малое время по сравнению с расчетами по модели в целом.

При разработке радиационного блока для гидродинамических моделей ОЦА, климата или среднесрочного прогноза погоды

необходимо корректно учитывать альбеда подстилающей поверхности. Определение этой величины имеет исключительно большое значение для расчета радиационного баланса подстилающей поверхности, который, в свою очередь, определяет температурный режим подстилающей поверхности и атмосферы в целом [1]. Альбеда – доля отраженного Землей солнечного излучения характеризуется большой изменчивостью – от нескольких процентов для водных поверхностей при больших высотах солнца, до 100% в полярных районах [1].

В представленном исследовании была сделана попытка найти простую зависимость альбеда от температуры подстилающей поверхности, которая является прогностической переменной в модели, на основе эмпирического материала. Для этого использовались значения альбеда, полученные по экспедиционным материалам и данные о средней многолетней температуре воздуха [2]. Все северное полушарие было разделено на отдельные районы, в зависимости от типа поверхности. Было выделено восемь районов –

1. моря и океаны без ледяного покрова,
2. снежная поверхность и морские льды,
3. степи,
4. лесостепи
5. широколиственные леса,
6. муссонные леса,
7. пустыни
8. полупустыни

Каждый из районов рассматривался отдельно.

Как известно, альбеда водной поверхности зависит от большого количества факторов, таких как: высота солнца, балл облачности, степени волнения поверхности и т.д. Для выявления зависимости альбеда от температуры использовались данные судовых наблюдений, обобщенные за десять лет, а также осредненные значения альбеда поверхности океана для суммарной радиации в зависимости от высоты солнца и облачности, при условии волнения 3–4 балла. Полученные результаты можно аппроксими-

ровать следующей формулой

$$A = \exp(1,79 + 0,54(\ln 28 - \ln t)) \quad (1)$$

Здесь A – альbedo, а t – температура в градусах Цельсия.

Состояние снежного покрова достаточно сильно влияет на величину альbedo. Альbedo тундры и морей, покрытых льдом и снегом, уменьшается с повышением температуры/4/. При расчета альbedo этих поверхностей используется следующая формула

$$A = \exp(5,6 - \ln(t + 273))16,5 + 3.2) \quad (2)$$

Формула (2) применяется при температурах -32° и выше. При более низких температурах величину альbedo можно считать постоянной и равной в среднем 65%. При аппроксимации (2) не учитывалась зависимость альbedo от высоты солнца, поскольку в литературе, посвященной этому вопросу, нет четкого определения этой связи. При установившемся снежном покрове альbedo тайги рассчитывается по следующим формулам

$$A = (5,6 - \ln(t + 273))1000 - 6,0 \quad (3)$$

при температурах ниже +4 и выше $-2,5$, и

$$A = 40,0 + 200,0(5,6 - \ln(t + 273)) \quad (4)$$

при температурах выше -25 .

При температурах менее -25 альbedo считается постоянным и равным 60%. При устойчивом снежном покрове альbedo хвойного леса колеблется от 35% до 50%, а при сухом и чистом снеге достигает 60%. Характер зависимости альbedo широколистных лесов от температуры является таким же, как и для тайги и смешенных лесов. Альbedo степных районов не изменяется до появления снега, а при отрицательных температурах прослеживается четкая линейная зависимость

$$A = 20.0 + 1.5(12.0 - t) \quad (5)$$

Формула (5) может быть использована для отрицательных температур, значения которых не ниже -16 . При более низких температурах альbedo считается постоянным и равным 20%.

Альbedo вечозеленых лесов в течение года остается приблизительно постоянным и равным 20%.

При отсутствии снежного покрова значения альbedo пустынь зависит от цвета поверхностей. В связи с этим, средние значения параметров для пустынь Азии и Африки определяются отдельно. Для пустынь Азии альbedo равно 20% при положительных температурах, и 30% - при отрицательных. Для пустынь Африки и Аравии альbedo принимает значения 25%.

По представленным данным были рассчитаны карты альbedo подстилающей поверхности для различных сезонов года.

Температура земной поверхности очень чувствительна к вариациям альbedo. С помощью гидродинамической модели атмосферной циркуляции, подробно описанной в /3/, проводились численные эксперименты, в которых альbedo учитывалось с помощью предложенной методики. Анализ результатов показал, что изменение альbedo только на 10% дает разницу в приземной температуре более двух градусов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альbedo и угловые характеристики отражения подстилающей поверхности и облаков/ Под. ред. К,Я.Кондратьева . -Л. Гидрометеиздат, 1981. — 231 с.
2. Тимерев, А.А. Отражательные свойства подстилающей поверхности полярных районов//Тр. ААНИИ.—1976.— Т. 328.—С. 106—111.
3. Панин Б.Д., Подольская Э.Л., Неелова Л.О. Влияние изменений коротковолновой радиации на эволюцию барических образований// Метеорология и гидрология. — 1997. — № 10. — С. 35— 37.

**PARAMETRIZATION OF THE UNDERLYING SURFACE
ALBEDO IN HYDRODYNAMIC MODELS OF THE
ATMOSPHERIC CIRCULATION**

Neelova L. O.

(Russia, Saint-Petersburg)

In the paper, parametrization of the underlying surface as a function of the surface type is considered. Sensitivity of the radiation algorithms to albedo variation is discussed. The results of the hydrodynamic modeling with more precise albedo values are studied.