

Х.А. Кабелва

**ЕСОСЛИМАР – БАЗА ДАННЫХ
ДЛЯ БЛОКА ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ISBA
В МОДЕЛЯХ АТМОСФЕРЫ**

H.A. Kabelwa

**ЕСОСЛИМАР – DATABASE
FOR THE SURFACE SCHEME BLOCK ISBA
IN THE ATMOSPHERIC MODELS**

В связи с увеличением разрешения гидродинамических моделей возникает необходимость в использовании более подробных внешних полей к моделям и дополнительных источников данных о подстилающей поверхности. В настоящей работе описана постановка задачи об использовании современной базы данных о подстилающей поверхности ЕСОСЛИМАР для блока параметризации поверхности ISBA, используемого в гидродинамической модели HIRLAM. Описана схема обмена между атмосферой, почвой и растительным покровом ISBA, перечислены параметры, характеризующие свойства подстилающей поверхности и используемые в схеме ISBA. Описана база ЕСОСЛИМАР, пространственное разрешение, источники данных для нее. Планируются эксперименты по чувствительности модели HIRLAM к использованию параметров подстилающей поверхности базы ЕСОСЛИМАР над территорией Танзании в качестве цели исследования.

Отмечается соответствие между полями многолетних среднемесячных сумм осадков и полями параметров растительности, полученными с использованием базы ЕСОСЛИМАР для территории Танзании.

In connection with increasing NWP models resolution, there is a need for using more detailed external fields in models and additional data about the surface. In the present work, tasks of setting of new surface parameters database ECOCLIMAP for surface block – ISBA, which is used in HIRLAM atmospheric model are described. The surface scheme, which considers the exchange between atmosphere, soil and vegetation ISBA is described, parameters which characterize the properties of the scheme and those which are used in ISBA are mentioned. The ECOCLIMAP database is described, as well as space resolution, source datasets for it. Experiments on sensitivity of HIRLAM model to implemented parameters of vegetation from ECOCLIMAP for Tanzania territory for the research purpose are planned.

The relationship between the long-term monthly average rainfall sum and the ECOCLIMAP vegetation parameters for the territory of Tanzania is briefly considered.

Введение

На важность описания растительного покрова в гидродинамических моделях указывал еще Ричардсон в 1922 г. [Richardson, 1965]. В настоящее время в атмосферных моделях обмен между атмосферой и подстилающей поверхностью описывается с помощью параметризации. Количество параметров, ха-

рактируемых растительный покров, зависит от особенностей конкретной схемы параметризации подстилающей поверхности и растительности.

В настоящее время разрешение гидродинамических моделей увеличивается от 10 до 1 км, поэтому возникает необходимость улучшения описания свойств подстилающей поверхности для учета обмена между атмосферой, почвой и растительным покровом. В 2001 г. в Meteo-France была начата разработка новой базы данных «ECOCLIMAP» по параметрам поверхности для различных экосистем – глобального набора данных с разрешением в 1 км [Masson, 2003].

1. Описание системы уравнений блока ISBA

Схема взаимодействия между атмосферой, биосферой и почвой ISBA (Interaction Soil Biosphere Atmosphere) [Giard, 2000; Kallen, 1996; Noilhan, 1989] используется в моделях HIRLAM, ALADIN, ARPEGE и др. Блок существует для описания процессов на поверхности, расчета турбулентного потока импульса, турбулентного и скрытого потоков тепла с помощью параметризации. Схема нуждается в реальном описании физиографических особенностей поверхности.

Система уравнений схемы ISBA содержит пять прогностических уравнений: для температуры T_s и влагосодержания w_s верхнего слоя почвы, температуры T_2 и влагосодержания w_2 глубокого слоя почвы и для содержания влаги в поверхностном резервуаре растительности w_r :

$$\frac{\partial T_s}{\partial t} = C_t G - \frac{2\pi}{\tau} (T_s - T_2), \quad (1)$$

$$\frac{\partial T_2}{\partial t} = \frac{1}{\tau} (T_s - T_2), \quad (2)$$

$$\frac{\partial w_s}{\partial t} = \frac{C_1}{\rho_w d_1} (P_g - E_g) - \frac{C_2}{\tau} (w_s - w_{geq}), \quad (3)$$

$$\frac{\partial w_2}{\partial t} = \frac{1}{\rho_w d_2} (P_g - E_g - E_r) - \frac{C_{3\max}}{\tau} [0, (w_2 - w_{fc})] \quad (4)$$

$$\frac{\partial w_r}{\partial t} = vegP - E_r, \quad w_r \leq w_{r\max}. \quad (5)$$

Здесь G – сумма потоков тепла у подстилающей поверхности, τ – продолжительность дня; C_1 , C_2 и $C_{3\max}$ – коэффициенты, зависящие от типа поверхности (Braud, 1993); d_1 и d_2 – глубины верхнего и глубокого слоев почвы; ρ_w – плотность воды; P_g – осадки на поверхности почвы; E_g – испарение с поверхности почвы; E_{tr} – транспирация с поверхности растительности; w_{fc} – наименьшая влагоемкость; veg – доля поверхности, покрытая растительностью; P – осадки на поверхности растительности; E_r – испарение с доли поверхности, покрытой растительностью; $w_{r\max}$ – максимальный размер поверхностного резервуара.

Тепловой коэффициент C_t определяется как

$$C_t = \left[\frac{1 - veg}{C_g} + \frac{veg}{C_v} \right]^{-1}, \quad (6)$$

где C_g и C_v – тепловой инерционный коэффициент для растительности (Rodríguez, 2003) и почвы (Giard, 2000) соответственно.

Турбулентный поток тепла H рассчитывается по формуле:

$$H = \rho_N C_p C_H V_N (T_s - T_N). \quad (7)$$

Здесь C_p и C_H – теплоемкость воздуха при постоянном давлении и коэффициент обмена для количества тепла соответственно; T_N , V_N и ρ_N – температура, скорость ветра и плотность воздуха на нижнем уровне модели соответственно.

Скрытый поток тепла зависит от испарения с поверхности почвы E_g и растительности E_v :

$$E_g = (1 - veg) \rho_N C_H V_N h_u (q_{sat}(T_s) - q_N), \quad (8)$$

$$E_v = E_r + E_{tr}, \quad (9)$$

где $q_{sat}(T_s)$ – массовая доля водяного пара при температуре T_s ; q_N – массовая доля водяного пара на нижнем уровне модели; h_u – относительная влажность у подстилающей поверхности.

Отношение сопротивления эвапотранспирации h_v рассчитывается по формуле:

$$h_v = (1 - \delta) \frac{R_a}{R_a + R_s} + \delta, \quad \delta = \left(\frac{w_r}{w_{r \max}} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (10)$$

тогда потоки влаги:

$$E_r = veg \frac{\delta}{R_a} \rho_N (q_{sat}(T_s) - q_N), \quad R_a = \frac{1}{C_H V_N}, \quad (11)$$

$$E_{tr} = veg \left(\frac{1 - \delta}{R_a + R_s} \right) \rho_N (q_{sat}(T_s) - q_N), \quad R_s = \frac{R_{s \min}}{LAI} \left(\frac{F_1}{F_2 F_3 F_4^4} \right). \quad (12)$$

Здесь $R_{s \min}$ – минимальное устьичное сопротивление; LAI – листовой индекс; функции F_1 , F_2 , F_3 и F_4 зависят от фотосинтетически активной радиации, количества влаги в районе корневой зоны, дефицита влаги и температуры воздуха. Комплекс параметров, необходимых для работы схемы, можно получить из базы ECOCLIMAP.

2. Описание базы данных ECOCLIMAP

Первоначально описание параметров растительности для схемы ISBA в модели HIRLAM было основано на наборе данных Wilson и Henderson – Sellers (1985) (WHS) с некоторыми дополнениями из национальных баз данных. Данные, которые генерируются на основе WHS, могут иметь разрешение $1,0^\circ$, $0,5^\circ$ и $0,25^\circ$.

Источники информации для создания ECOCLIMAP [Masson, 2003]:

- Карта типов поверхности с разрешением 1 км (создана из digital chart of the world – DCW) для маски воды, Университет Maryland (Hansen et al., 2000); IGBP/DIS (Loveland et al., 2000) – базы данных для растительности по земному шару; CORINE (CEC 1993) и PELCOM (Mucher et al., 2001) – базы данных над Европой.

- Климатическая карта (Коеппе and De Long, 1958) по земному шару и FIRS (EC 1995) над Европой.

- Нормированный индекс растительности NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) с разрешением 1 км, наблюдения AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), датчики на борту спутников NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

- Базы данных FAO (1988) с разрешением 10 км для текстуры почвы.

Глобальный набор данных ECOCLIMAP позволяет генерировать файлы параметров поверхности с разрешением $0,01^\circ$. С этой точки зрения переход на ECOCLIMAP очень важен для увеличения разрешения модели HIRLAM.

Схема ISBA использует не все параметры из ECOCLIMAP; обновление схемы с учетом возможного использования ECOCLIMAP было осуществлено (Fernandez, 2003).

3. Параметры из базы данных ECOCLIMAP и их включение в ISBA

Перечислим некоторые интересующие нас параметры: листовой индекс LAI , доля поверхности, покрытая растительностью veg , минимальное устьичное сопротивление $R_{s,min}$, альbedo растительности, глубина корневой системы, параметр шероховатости над растительностью $z0_{veg}$ и др. Параметр veg входит в выражение для теплового коэффициента C_t (6), в уравнениях для прогноза температуры двух слоев почвы (1). В уравнение для прогноза влажности почвы и в выражения для расчета испарения с поверхности почвы E_g (8) и растительности E_v (9) включены параметры: veg , $R_{s,min}$ и LAI .

Технологически включение параметров поверхности из базы ECOCLIMAP в ISBA можно осуществлять тремя способами: считывать эти параметры из выходных файлов базы ECOCLIMAP на входе в ISBA; дописывать их в старые климатические файлы HIRLAM; создать совсем новые климатические файлы HIRLAM_ECOCLIMAP (см. рис. 1).

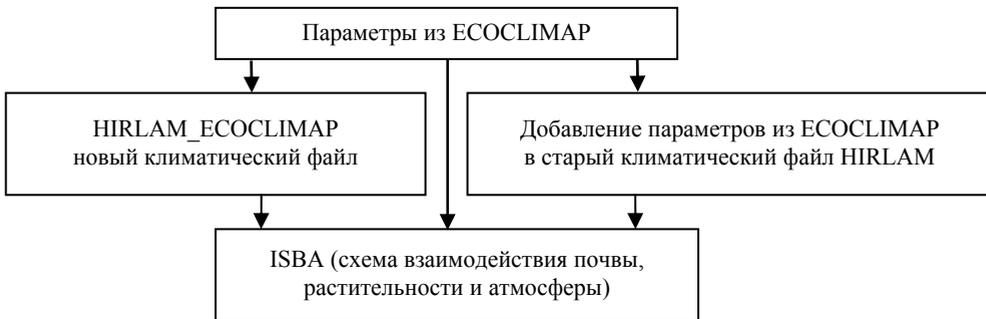


Рис. 1. Способы включения параметров из базы данных ECOCLIMAP в ISBA.

В качестве примера на рис. 2 приведен листовой индекс для территории Танзании. На этом же рисунке приведены карты многолетних сумм осадков для этой территории. Можно видеть, что есть соответствие между полем многолетних среднемесячных сумм осадков и листового индекса для открытой поверхности, деревьев и травянистых растений над территорией Танзании. В январе листовой индекс больше примерно на 30 %, чем в июле, что связано с положением ВЗК и локальным эффектом. Значение листового индекса для травянистых растений значительно меньше по сравнению с индексом для деревьев (лесов).

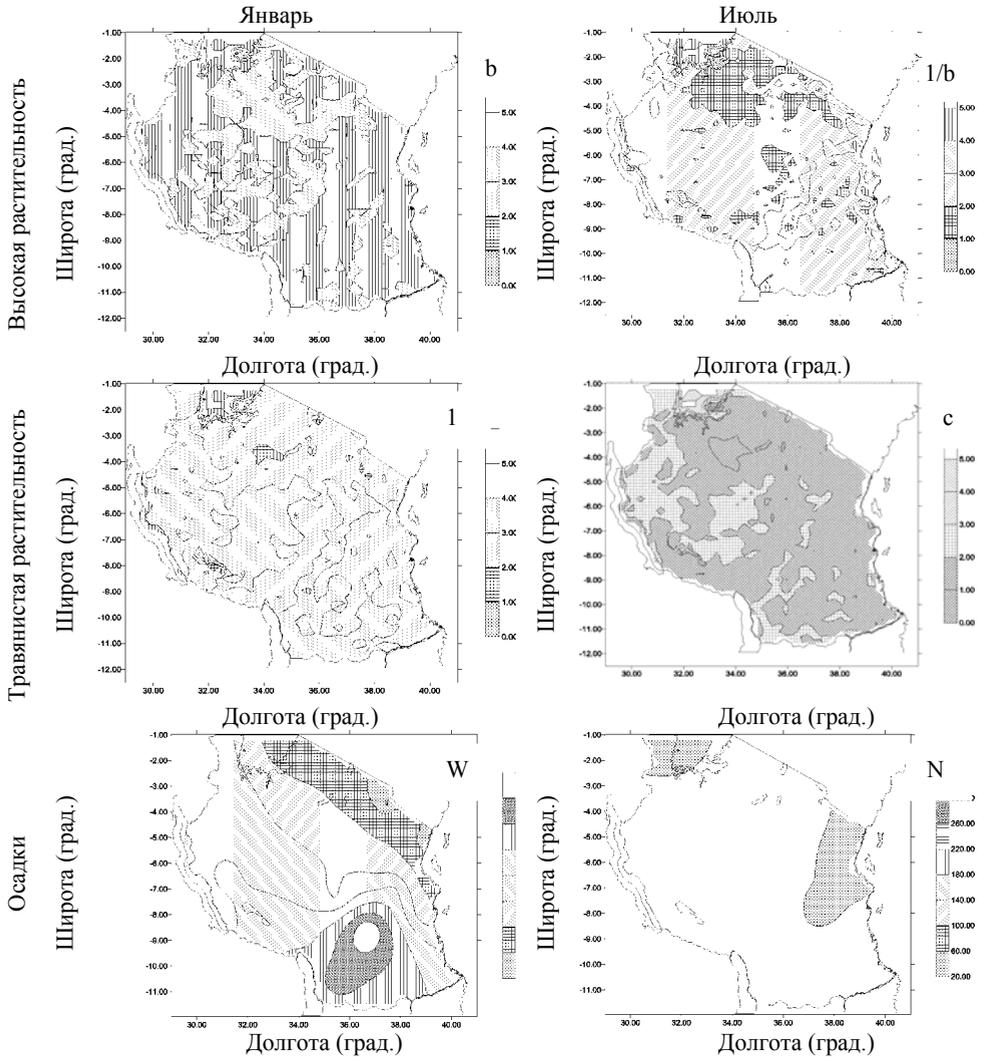


Рис. 2. Многолетнее среднее месячное поле осадков и листовой индекс для открытой поверхности, высокая растительность и травянистая растительность.

Заклучение

Для правильного описания атмосферных, в том числе конвективных, явлений в тропиках и в экваториальной зоне над территорией Центральной и Восточной Африки необходимо уделять большое внимание описанию растительного покрова, так как испарение с поверхности растительности и скрытый поток тепла являются источником энергии для развития конвекции. Поэтому планируется включение параметров из базы данных ECOLIMAP в схему

описания взаимодействия между атмосферой и подстилающей поверхностью ISBA. Переход на ECOCLIMAP и эксперименты по чувствительности модели HIRLAM к параметрам растительного покрова над территорией Танзании и стал темой нашего исследования.

Литература

1. Braud L., Noilhan J., Bessemoulin P., Mascart P., Havertamp R., Vauclin M. Bare ground surface heat and water exchanges under dry conditions layer: observation and parameterization Boundary // Layer Meteorol., 1993, 66, p. 173–200.
2. Giard D. and Bazile E.. Implementation of a new assimilation scheme for the soil and surface variables in a global NWP model. // Mon. Wea. Rev., 2000, 128, p. 997–1015.
3. Kallen E. (Ed), HIRLAM Documentation Manual, System 2.5. SMHI. Norrkopping. (Available from SMHI, S-60176 Norrkopping, Sweden), 1996.
4. Masson, V., Clampeaux, J.L., Chauvin, F., Meriguet, C., Lacaze, R. A global Database of Land Surface Parameters at 1-km Resolution in Meteorological and climate models // J. Climate, 2003, 16, p. 1261–1282.
5. Noilhan, J., Planton, S. A simple parameterization of land surface processes for meteorological models. // Mon. Wea. Rev., 1989, 117, p. 536–549.
6. Richardson, L.F. Weather Prediction by Numerical Process. – Cambridge Univ. press, reprinted Dover, 1965. – 236 p.
7. Rodriguez E., Navasques J., Ayuso J.J., Jarvenoja S. Analysis of surface variable and parameterization of surface processes 2003, in HIRLAM. Part I: Approach and verification by parallel runs. // HIRLAM Technical Report, No 58, Norrkopping, Sweden. (Available from P. Unden, SMHI, S-60176 Norrkopping, Sweden).