

УДК 551.509.328 + 517.938

С.В.Амбросов, к.г.н., доц., **Э.Н.Серга**, к.г.н., доц., **В.Ф. Мансарлийский**, преп.,
Н.Ю. Кольцова, инж.

Одесский государственный экологический университет

БАЛАНС УГЛОВОГО МОМЕНТА ЗЕМЛИ И АТМОСФЕРНЫЕ РАДИОВОЛНОВОДЫ: ЭЛЕМЕНТЫ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕОРИИ

В работе рассмотрен новый нестационарный подход в теории баланса углового момента Земли с выявлением его связи с генезисом атмосферных радиоволноводов, процессами преемственности форм атмосферной циркуляции и телеконнекцией.

Ключевые слова: баланс углового момента, атмосферные радиоволноводы, телеконнекция

Введение. Информационной базой современных сверхдолгосрочных прогнозов может являться как спутниковая информация, так и наблюдения над радиоволноводами, особенно в нижнетропосферных слоях, выполняемые на основе радиотехнических средств анализа пропускания радиоволн в ультракоротковолновом диапазоне [1]. Тот и другой методы в своей основе опираются на основной критерий концентрации гидрометеоров в облаках для спутникового зондирования и водяных паров совместно с гидрометеорами для волноводов ультракоротковолнового (УКВ) диапазона. На основе того, что любые очаги планетарного масштаба скопления воды в атмосфере, находящейся в трех фазовых состояниях (пар, вода, лед), формируются на основе механики цикло- и фронтогенеза или в линиях конвективной неустойчивости, которые составляют основу процесса синоптических перестроек главным образом в тропических широтах и в антициклонических образованиях, можно ввести некую физико-математическую модель на основе термодинамики и гидромеханики процессов, формирующих эти скопления [3-10]. Например, искомая физика может совпадать с механикой солитона, который имеет долгопериодную основу энергетической подпитки. Механика действия такого солитона определяет основные термогидродинамические параметры приводного радиоволновода УКВ. Для приподнятого тропосферного радиоволновода УКВ более характерным является солитон атмосферного фронта [2-4]. Солитон фронта основан на долговременном существовании и на самостоятельном динамизме фронтального раздела полярного фронта умеренных широт, опоясывающего земной шар. Аналогичные разделы арктического и тропического фронтов имеют несколько менее устойчивую структуру, так как находятся в зоне активного антициклогенеза арктического антициклона и субтропического пояса высокого давления, в которых, как известно, активны солитоны Россби. Солитон полярного фронта представляет собой более характерный планетарный ансамбль низкочастотного волнового и вихревого процесса, сопряженный с приподнятым тропосферным волноводом УКВ. Следует напомнить, что полярный фронт является активным отражателем процесса телеконнекции между ячейками Гадлея и южным процессом на основе Эль-Ниньо и арктическим антициклоном, имеющим гребневые отроги в Сибирский и Канадско-Гренландский антициклоны, которые, по всей вероятности, имеют структуру солитонов Россби.

В основополагающих работах Орта (см., напр., [1,2]), посвященных рассмотрению стационарной теории баланса углового момента, цикл углового момента моделируется в виде усложненной ячейки Гадлея умеренных широт, в которой замыкание циркуляции Гадлея по величине углового момента происходит не в атмосфере, а реализуется переходом в океан. В южном направлении циркуляция Гадлея по угловому моменту происходит через литосферу вплоть до начала цикла подъема воздушных масс в субтропических широтах. На основе данных радиозондовых измерений в [1] проведена оценка зонального распределения потока относительного углового момента в атмосфере-

ре [5,6] и сделана попытка выяснения причин возникновения дисбаланса углового момента. В серии работ [11-15] разработаны новые методы индикации проявления особо сложных низкочастотных процессов и механизмов формирования атмосферной циркуляции. На основе искомым процессов в атмосфере оформляются репеллеры супердогопериодных колебаний, формирующие основу для климатических изменений и, тем самым, геофизические предикторы для сверхдолгосрочных атмосферных прогнозов. Кроме того, развит новый подход к расчету баланса углового момента атмосферы, который в дальнейшем реализован в так называемой стационарной форме. Цель настоящей работы – построение и реализация более корректного нестационарного подхода в теории баланса углового момента Земли с выявлением ее связи с генезисом атмосферных радиоволноводов, процессами преемственности форм атмосферной циркуляции и телеконнекции.

Нестационарное уравнение баланса углового момента. Нестационарное уравнение баланса углового момента в планетарных динамических перемещениях воздушных масс записывается в следующей стандартной интегральной форме [11,13]

$$\frac{\partial}{\partial t} \int \rho M dV = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_0^H \int_0^{2\pi} \rho v M d\varphi dz d\lambda + \int_0^H \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_0^{2\pi} (p_E^i - p_W^i) a \cos \varphi dz d\varphi d\lambda + \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_0^{2\pi} \int_0^H \tau_0 a \cos \varphi d\varphi d\lambda 2\pi, \quad (1)$$

где $M = \Omega a^2 \cos \varphi + u a \cos \varphi$ - угловой момент; Ω - угловая скорость вращения Земли; a - радиус Земли; φ - широта ($\varphi_1 - \varphi_2$ - отделяют широтный пояс между арктическим и полярным фронтами); λ - долгота; u, v - зональная и меридиональная компоненты скорости ветра; ρ - плотность воздуха; V - весь объем атмосферы в указанном широтном поясе от уровня моря до средней высоты приподнятого тропосферного волновода УКВ - H (А.Оорт применяет $H = \infty$ [1]); $p_E^i - p_W^i$ - разность давлений на восточных и западных склонах i -й горы; z - высота над уровнем моря; τ_0 - напряжение трения на поверхности.

В схеме Орта [1], циркуляционная ячейка Гадлея по угловому моменту на севере входит в зону действия арктического фронта, а на момент выхода из литосферы входит в зону действия полярного фронта. Сближение указанных атмосферных фронтов могло бы тогда замкнуть атмосферный цикл баланса по угловому моменту, не вводя в действие океан и литосферу и в одном частотном диапазоне атмосферных колебаний. Разумеется, тропическая ячейка Гадлея осуществляет телеконнекцию полярного фронта с южным процессом аналогичным механизмом связи тропического и полярного фронтов или тропической ячейки Гадлея с ячейкой Гадлея умеренных широт. Известно, что индекс рефракции однозначно связан с поле плотности, поэтому он может являться комплексным, измеримым по УКВ, показателем хода всего процесса телеконнекции [4]. Тропосферные волноводы УКВ - приводный и приподнятый - определяют величину H в уравнении (1), хотя верхняя часть циркуляционного кольца ячейки Гадлея не всегда совпадает с уровнем приподнятого тропосферного волновода УКВ. Однако, определение положения уровня верхней части ячейки Гадлея по полю скорости или по критерию основного массопереноса может быть конкретизировано эффективным критерием плотности или, что тоже, коэффициентом рефракции [4,5]. Цикл баланса углового момента в зонах соприкосновения с гидросферой и с литосферой (что рассматривается в нестационарной теории) приобретает сингулярность, которая выявляется возникновением зон фронтальных разделов и в солитонах типа фронт [1-3]. В свете этого обстоятельства, ядро нестационарного уравнения (1) может быть задано в поле плотности

функциональным ансамблем комплексного потенциала скорости:

$$w = \bar{v}_\infty z + \frac{1}{2\pi} \sum_{k=1}^n q_k \ln(z - a_k) - \frac{1}{2\pi} \sum_{k=1}^p \frac{M_k e^{\alpha_k i}}{z - c_k} - \frac{i}{2\pi} \sum_{k=1}^m \Gamma_k \ln(z - b_k). \quad (2a)$$

Соответственно комплексная скорость определится тривиально как

$$v = \frac{dw}{dz} = \bar{v}_\infty + \frac{1}{2\pi} \sum_{k=1}^n \frac{q_k}{z - a_k} + \frac{1}{2\pi} \sum_{k=1}^p \frac{M_k e^{\alpha_k i}}{(z - c_k)^2} - \frac{i}{2\pi} \sum_{k=1}^m \frac{\Gamma_k}{z - b_k}. \quad (2б)$$

В уравнениях (2), (3) w - комплексный потенциал скорости; \bar{v}_∞ - комплексная скорость общего циркуляционного фона (в основном зональная циркуляция); b_k - координаты вихреисточников в зоне сингулярности; c_k - координаты диполей в зоне сингулярности; a_k - координаты вихревых точек в зонах сингулярности; M_k - величины моментов указанных диполей; α_k - ориентация осей диполей; Γ_k, q_k - величины циркуляций в вихреисточниках и в вихревых точках соответственно. Разумеется, нетрудно увидеть, что ядро нестационарного уравнения (1) является сингулярным типа Коши и Гильберта. При этом связь поля плотности или индекса рефракции с полем комплексного потенциала (2) или с полем комплексной скорости тривиальна посредством уравнений теории “мелкой воды” (см., напр., [11-13]). Решение сингулярного интегрального уравнения относительно углового момента возможность как оценки веса сингулярности в поле углового момента, так и в оценке атмосферного вклада в сам баланс углового момента [13]. Использование блока нестационарного уравнения баланса углового момента Земли позволяет далее видоизменить и обобщить разработанный в серии работ [11-15] метод расчета изменения высоты приподнятых тропосферных радиоволноводов, баланса углового момента, фактора макротурбулентности, поля функции тока сопряженных с этим процессом ветровых течений. Соответственно, обобщенная схема расчета изменения высоты приподнятого тропосферного волновода, баланса углового момента, фактора макротурбулентности, поля функции тока сопряженных с этим процессом ветровых течений может быть представлена в виде ниже приведенного комплекса программных блоков (таблица 1).

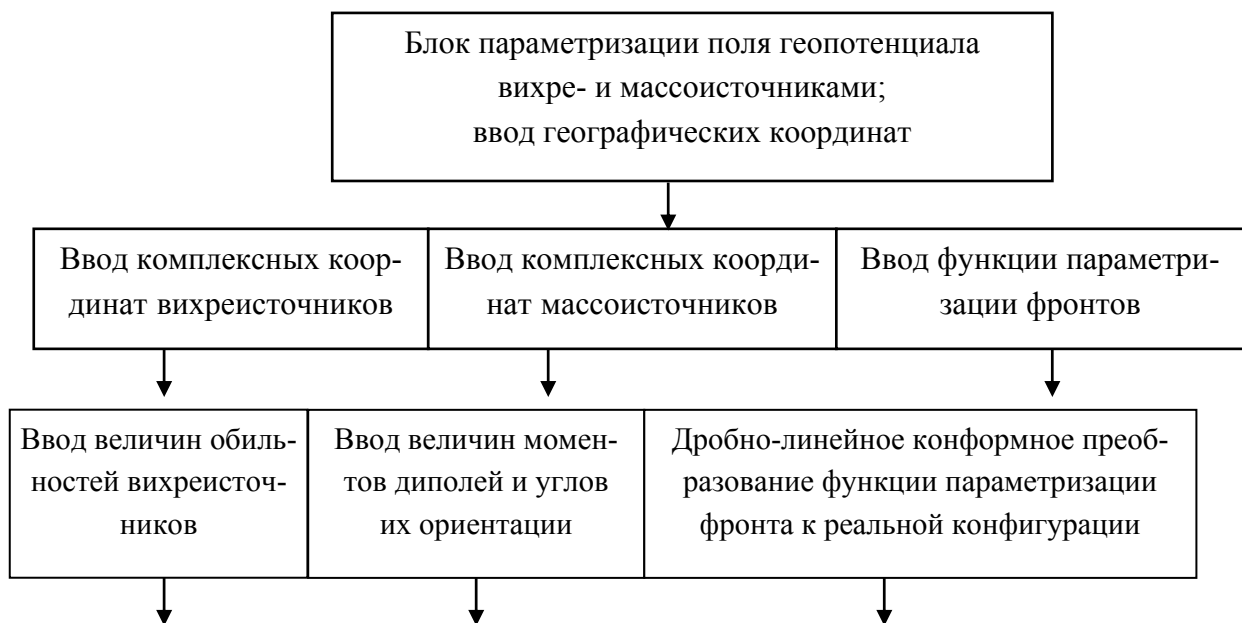


Таблица 1 – Комплекс программных блоков (см. текст).

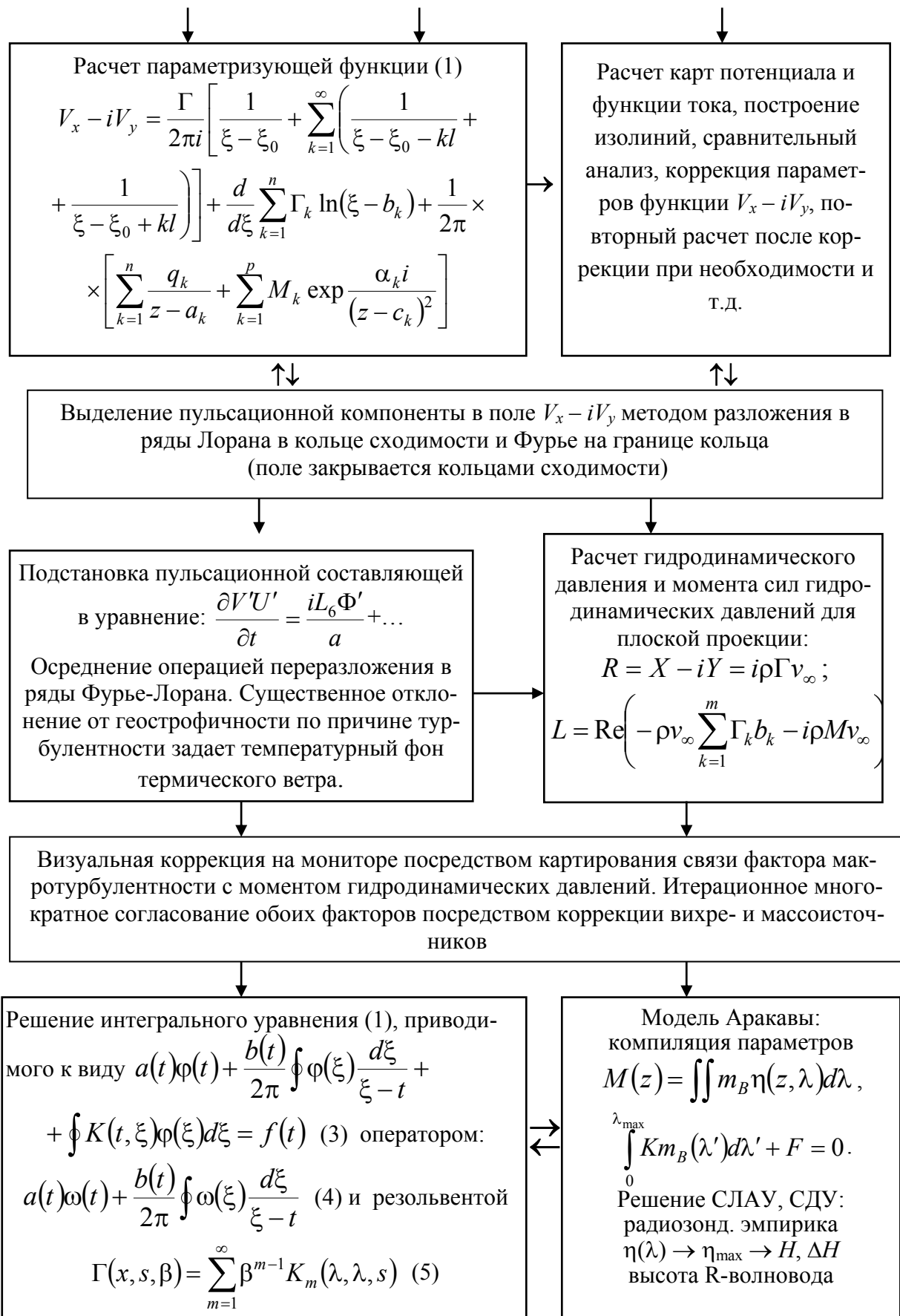


Таблица 1 (продолжение) – Комплекс программных блоков (см. текст).

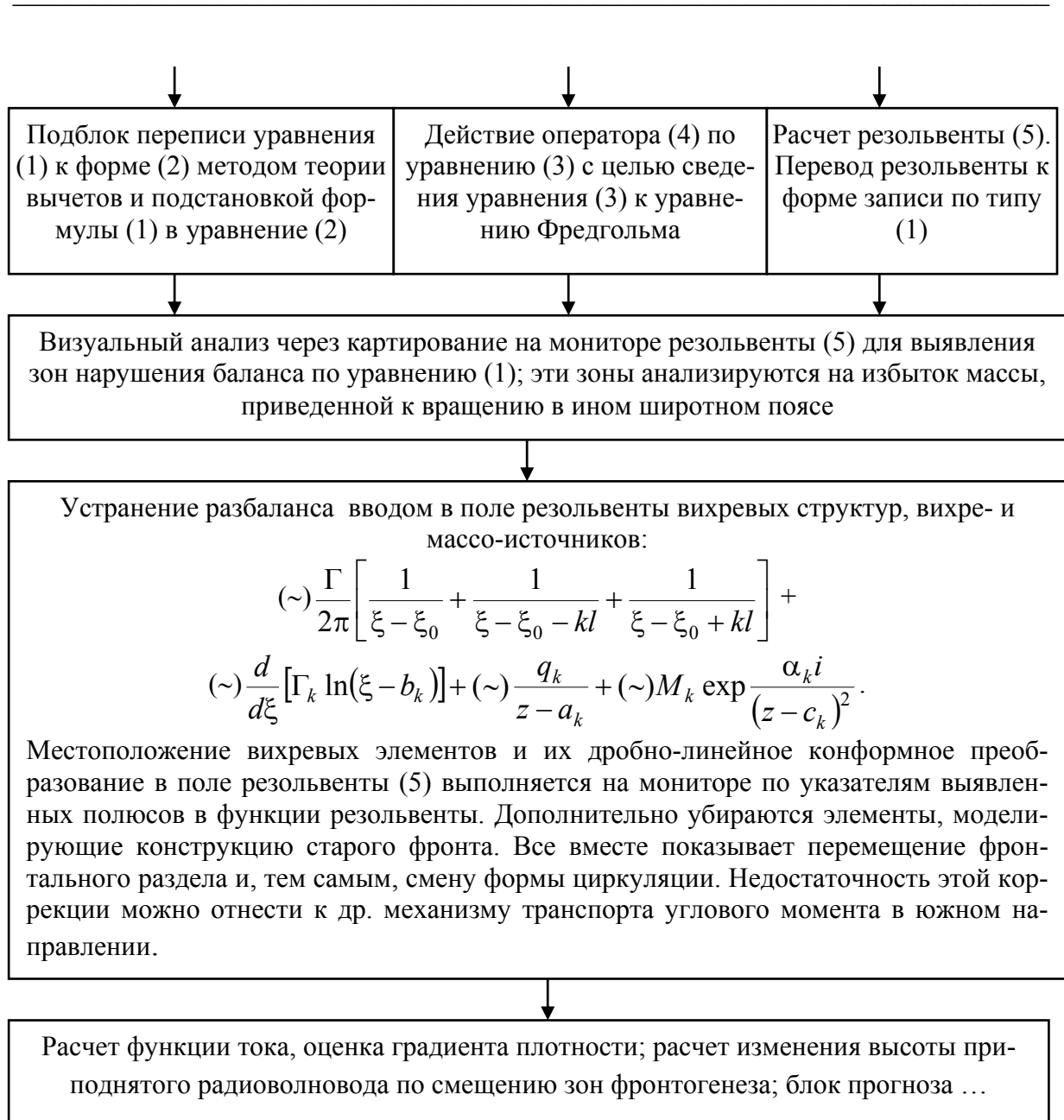


Таблица 1 (продолжение) – Комплекс программных блоков (см. текст).

Заключение. В данной работе впервые предложен и реализован в виде комплекса программных блоков новый нестационарный подход в теории баланса углового момента Земли с выявлением его связи с генезисом атмосферных радиоволноводов, процессами преемственности форм атмосферной циркуляции и телеконнекции. Поскольку на основе рассмотренных, по существу низкочастотных геофизических процессов в атмосфере оформляются репеллеры супердолгопериодных колебаний, формирующие основу для климатических изменений, тем самым инициируются возможности достаточно быстрого и эффективного определения геофизических предикторов для сверхдолгосрочных атмосферных прогнозов.

Список литературы

1. *Оорт А.Х.* Балансовые соотношения в земной климатической системе // *Динамика климата: Пер. с англ./ Под ред. С. Манабе.* – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 91-113.

2. Peixoto J.P., Oort A.H. Physics of Climate – American Institute of Physics, 1992. – 520 p.
3. Kang I.-K., Lau K.-M. Principal modes of atmospheric circulation anomalies associated with global angular momentum fluctuations // J. Atmos. Sci. – 1994. – Vol. 51. – P. 1194-1205.
4. Storch J.-S. Angular momenta of the Antarctic and the Arctic Oscillations // J. of Climate. – 2000. – Vol.13.–P.681-685.
5. Wang C. ENSO, climate variability, and the Walker and Hadley circulations. The Hadley Circulation: Present, Past, and Future. Eds H. Diaz and R. S. Bradley.-Springer, 2004.–370 p.
6. Glushkov A.V., Rusov V.N., Loboda N.S., Khetselius O.Yu., Khokhlov V.N., Svinarenko A.A., Prepelitsa G.P. On possible genesis of fractal dimensions in the turbulent pulsations of cosmic plasma – galactic-origin rays – turbulent pulsation in planetary atmosphere system// Advances in Space Research (Elsevier).-2008.-Vol.42.-P.1614-1617.
7. Глушков А.В., Ефимов В.А., Кивганов А.Ф. Моделирование климата как задача взаимодействия триплета солитонов (постановка задачи)//Метеорология, климатология и гидрология.-1999.-№38.-С.3-8.
8. Ефимов В.А. Математическая теория экспериментов по долгосрочному прогнозу динамики атмосферы южного полушария//Труды ААНИИ.-1982.-Т.385.-С.12-115.
9. Rosen R.D. The axial momentum balance of the earth and its fluid envelope // Surv. Geophys. – 1993. – Vol.14.–P.1-29.
10. Arakava A., Schubert W.H. Interaction of cumulus cloud ensemble with the large-scale environment I// J.Atmos. Sci.–1974.–Vol.31.– P.674-701.
11. Глушков А.В., Амбросов С.В. Атмосферный влагооборот и сингулярности в балансе углового момента// Метеорология, климатология и гидрология. - 1999. - Вып. 38.- С.163-168.
12. Амбросов С.В. Фактор макротурбулентности в типовых формах циркуляции атмосферы и в балансе по влагообороту и угловому моменту // Метеорология и гидрология. – 1999. – Вып. 38. – С. 59-63.
13. Глушков А.В., Хохлов В.Н., Амбросов С.В., Свиначенко А.А., Серга Э.Н. Микросистемная технология “Geomath”: Глобальные механизмы в атмосферных моделях и баланс углового момента Земли I// Український гідрометеорологічний журнал.-2010.-№5.-С.63-76.
14. Глушков А.В., Амбросов С.В., Свиначенко А.А. , Серга Э.Н., Буякова Ю.Я., Лукаш Т.В., Глобальные механизмы в атмосферных моделях и баланс углового момента Земли II// Український гідрометеорологічний журнал.-2010.- №6.-С.71-76.
15. Глушков А.В., Амбросов С.В., Серга Э.Н., Кольцова Н.Ю. Глобальные механизмы в атмосферных моделях и баланс углового момента Земли: Результаты компьютерных экспериментов III// Український гідрометеорологічний журнал.-2011.-№9.-С.61-67.

Баланс кутового моменту Землі і атмосферні радіохвильоводи: Елементи нестационарної теорії Амбросов С.В., Серга Е.М., Мансарлійський В.Ф., Кольцова Н.Ю.

У роботі розглянуто новий нестационарний підхід в теорії балансу кутового моменту Землі з виявленням його зв'язку з генезисом атмосферних радіохвильоводів, процесами стикування форм атмосферної циркуляції та телеконекцією.

Ключові слова: баланс кутового моменту, атмосферні радіохвильоводи, телеконекція

Balance of the Earth angle moment and atmospheric radiowaveguides: Non-stationary theory elements Ambrosov S.V., Serga E.N., Mansaliysky V.F., Koltsova N.Yu.

New non-stationary approach in the theory of the Earth angle moment balance with releasing its link with the atmospheric radio waveguides genesis, atmospheric circulation form and teleconnection is presented.

Keywords: angle moment balance, atmosphere radio waveguides, teleconnection