

УДК 551.513.1

Расчет эволюции трехмерной концентрации атмосферного углекислого газа в климатической модели ИВМ РАН

Е.М. Володин², П.А. Пережогин^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт вычислительной математики

Углекислый газ создает значительный парниковый эффект в условиях современного климата, и ожидаемое глобальное потепление связано, прежде всего, с ожидаемым увеличением концентрации CO₂ вследствие антропогенных выбросов. Углекислый газ в атмосфере является хорошо перемешанным, и во многих климатических моделях его атмосферная концентрация считается не зависящей от пространственных координат. Отклонения от усредненной концентрации не могут значительно изменить радиационный баланс, однако могут повлиять на описание потока из океана в атмосферу.

Целью настоящей работы является включение в климатическую модель ИВМ РАН эволюции трехмерной концентрации углекислого газа в атмосфере и сравнение изменения концентрации и потоков CO₂ в модели с имеющимися оценками по данным наблюдений.

Модель климата состоит из двух основных блоков: океана и атмосферы. Эволюция массы CO₂ в атмосфере рассчитывается с учетом потоков из растительности, почвы и потока с поверхности океана, которые вычисляются в модели. За основу модели наземных экосистем взята модель [1]. Поток углекислого газа с поверхности океана вычисляется по эмпирическим формулам согласно [2].

В блоке океана рассчитывается эволюция растворенного в воде углерода. Модель морских экосистем отсутствует и считается, что морские организмы поглощают углерод и, умирая, падают на дно и разлагаются, тем самым порождая поток углерода сверху вниз. Величина этого потока в данной модели предписана и не зависит от времени, долготы и широты.

Исходная версия модели дополнена блоком эволюции углекислого газа в атмосфере, которая включает в себя перенос CO₂ скоростями ветра, вертикальную и горизонтальную диффузию, а также учет перечисленных выше потоков с поверхности.

С моделью проведен численный эксперимент продолжительностью 100 модельных лет в режиме отсутствия антропогенных источников. Хотя наблюдаемая атмосфера зависит от

антропогенных источников, однако в данной работе исследуется годовой ход концентрации CO₂, при вычислении которого тренд, связанный с постоянно действующим антропогенным источником, был исключен методом [3].

Поскольку трехмерных данных концентрации CO₂ нет, то сравнивается годовой ход с измерениями на метеорологических станциях. Годовой ход приземной концентрации углекислого газа для шести станций представлен на рис. 1. Амплитуда годового хода для всех станций неплохо получилась в модели, однако в Северном полушарии минимум и максимум концентрации наступает раньше, чем в наблюдениях на 1-2 месяца.

Сравнение потоков из океана в атмосферу в зависимости от широты по данным модели и наблюдений представлено на рис. 2. Поток в модели в основном похож на оценку потока в природе. В исходной версии модели поток довольно близок к тому, что представлен в модели с трехмерным распределением.

Работа выполнена при поддержке РНФ, грант 14-27-00126.

Литература.

1. *Bonan G.B.* A land surface model (LSM version 1.0) for ecological, hydrological and atmospheric studies: technical description and user's guide // NCAR Technical Note 417. 1996. NCAR, Boulder, Colorado. 156 p.
2. *Vasala V., Maksyutov S.* Simulation and assimilation of global ocean pCO₂ and air-sea CO₂ fluxes using ship observations of surface ocean pCO₂ in a simplified biogeochemical offline model // *Tellus B*, 2010, V62, P.821-840.
3. *Голяндина Н.Э.* Метод «Гусеница» SSA: анализ временных рядов. – СПб.: СПб ун-т, 2004. – 74 с.

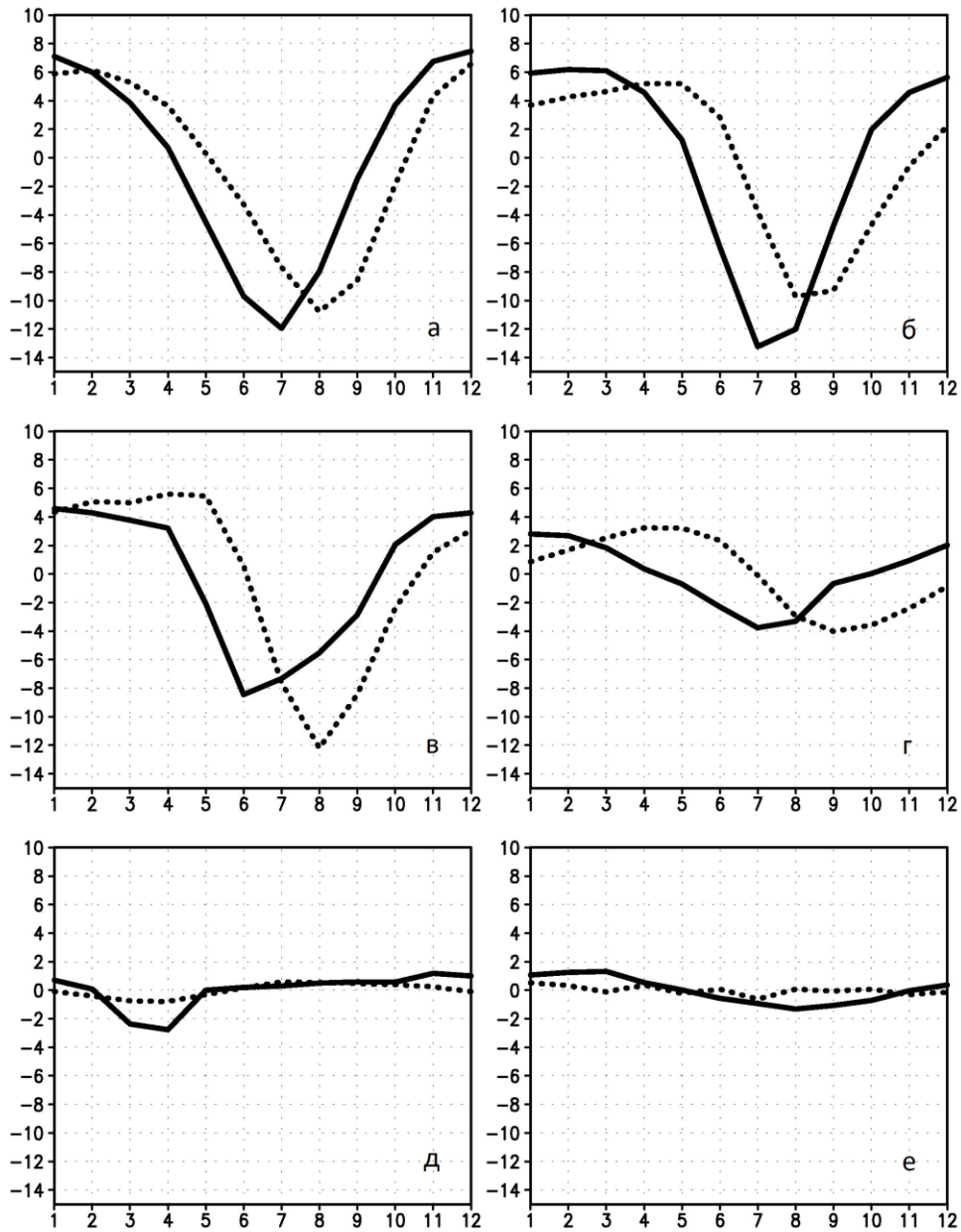


Рис 1. Годовой ход концентрации CO₂ в атмосфере (млн⁻¹) по данным модели (сплошная линия) и наблюдений (пунктирная линия): Балтийское море (а); Канада, Алерт (б); Алеутские острова (в); Виргинские о-ва (г); о. Асешн (е); о. Пасхи (е).

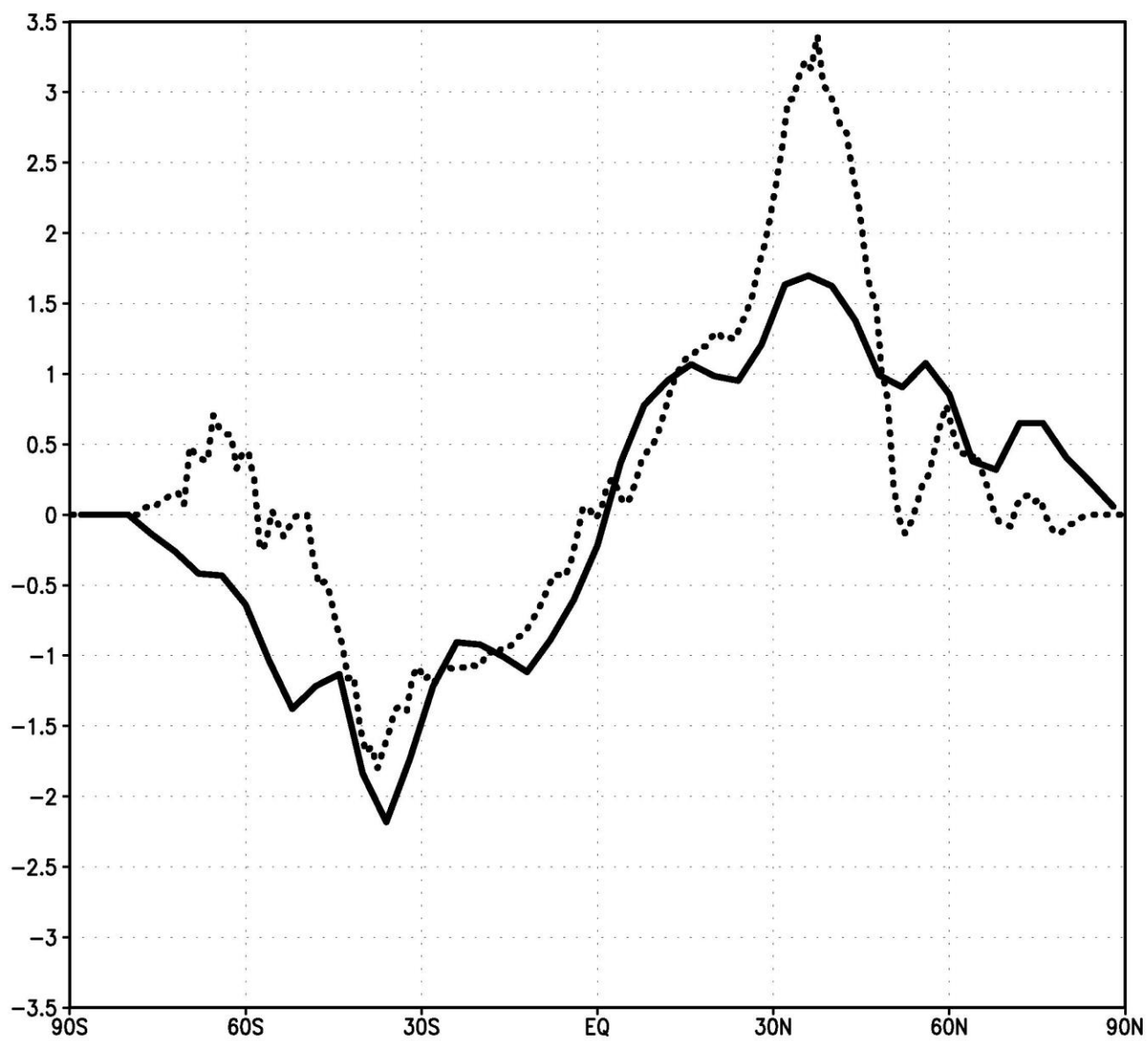


Рис 2. Поток из океана в атмосферу (моль/(м с)), в январе, осредненный вдоль круга широты, по данным модели (сплошная линия) и оценка (пунктирная линия).