

УДК 550.388

## ОТВЕТ НА “КОММЕНТАРИИ К СТАТЬЕ А.Д. ДАНИЛОВА “ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ И ИОНОСФЕРЕ (Обзор)”

© 2013 г. А. Д. Данилов

*Институт прикладной геофизики им. Е.К. Федорова Росгидромета г. Москва*

*e-mail: adanilov99@mail.ru*

Поступила в редакцию 19.01.2013 г.

DOI: 10.7868/S001679401303005X

Поскольку в работе Голицына и др. мне предъявлено серьезное обвинение в том, что я “ставлю под сомнение результаты многолетних исследований ряда российских ученых”, необходимо ответить на Комментарии группы сотрудников ИФА к моему обзору.

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что проблема, на которой акцентируют внимание авторы Комментариев, а именно — тренды в мезосфере, не является предметом моего обзора, и эта проблема в обзоре не обсуждается. Обзор посвящен работам последних лет по трендам в ионосфере и термосфере. Упоминание о концепции “Охлаждение и оседание верхней атмосферы” (далее Концепция 1998 г. [Охлаждение и оседание, 1998]) содержится лишь в одном абзаце вступительной части статьи.

Но “ни одно доброе дело не остается безнаказанным”. Никто не заставлял меня упоминать о Семинаре 1998 г., где была предложена концепция “Охлаждение и оседание верхней атмосферы”. Ни в одной из известных мне обзорных или обобщающих статей по проблеме долговременных трендов в средней и верхней атмосфере [Beig, 2003; Laštovička, 2009; Qian et al., 2011; Laštovička et al., 2012] ни материалы Семинара 1998, ни сам факт провозглашения концепции на 10 лет раньше статьи [Laštovička et al., 2008] не упоминаются. Я как раз упомянул о Концепции 1998 г., желая подчеркнуть приоритет российских ученых (включая и авторов Комментариев) в постановке проблемы. Жаль, что это было истолковано прямо противоположным образом.

В истории наук известны случаи, когда правительственные гипотезы, концепции и даже теории базировались на неверных исходных посылах или ошибочных данных. Здесь мы, по моему мнению, как раз и столкнулись с этой проблемой.

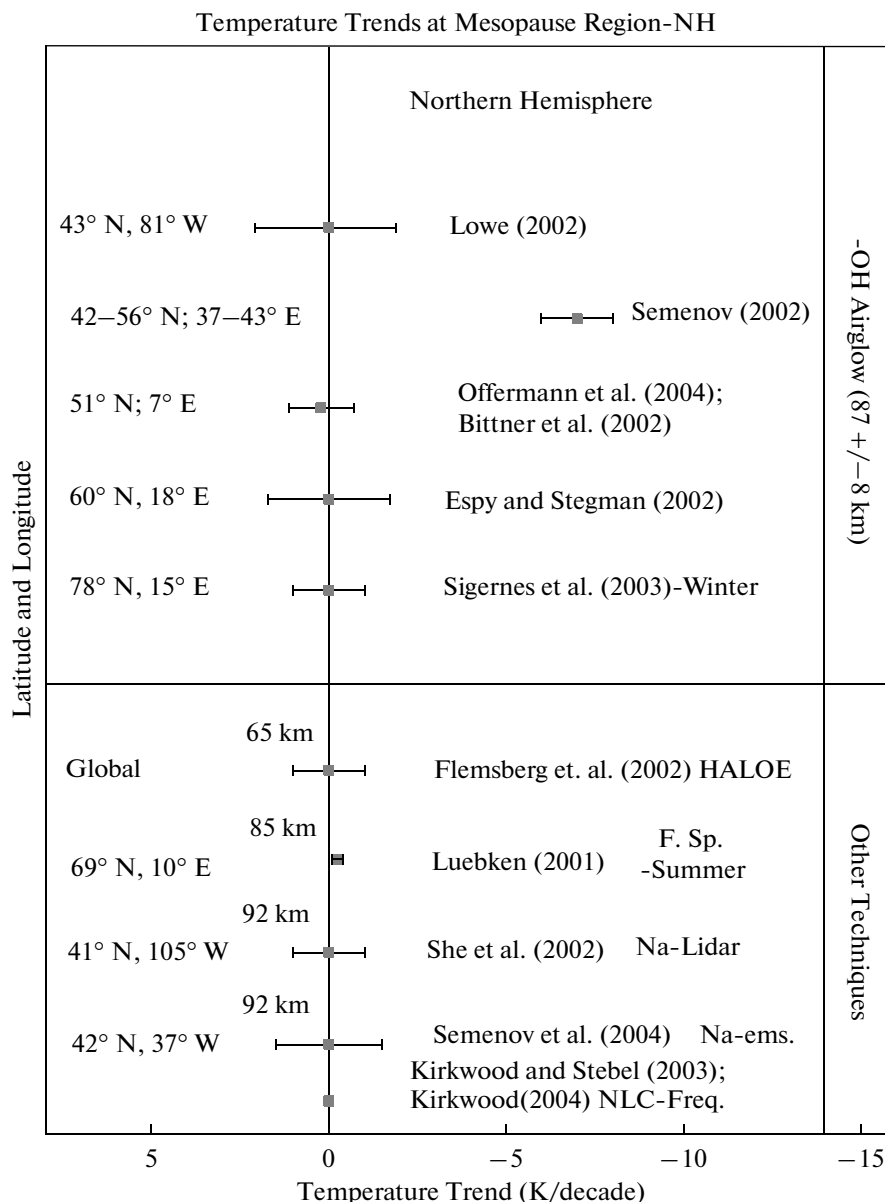
Я сознательно не стал развивать в обзоре тему “ошибочных данных” по двум причинам. Во-первых, как подчеркнуто в обзоре, он посвящен

недавним важным результатам в области термосферы и ионосферы. Проблема трендов в мезосфере (и это четко сказано в обзоре) требует отдельной обзорной статьи. Если бы я стал разбирать данные, положенные в основу Концепции 1998, это привело бы к необходимости обсуждать всю картину трендов в мезосфере, что перегрузило бы статью. Во-вторых, я, как раз считал, что сам факт провозглашения этой концепции на 10 лет раньше, чем за рубежом, важнее обсуждения конкретных данных. Теперь авторы Комментариев вынуждают меня привести конкретные данные, которые я назвал в своем обзоре ошибочными.

В дальнейшем я буду делать все ссылки, касающиеся Концепции, на издание “Охлаждение и оседание, средней и верхней атмосферы”, Москва, 6–10 июля 1998 г. В этом документе кроме тезисов представленных на Семинаре докладов имеется раздел (первый) “A review of results”, где и приведены данные, положенные в основу Концепции 1998.

Начнем с ракетных данных. Не будем отвлекаться на сравнение лидарных и ракетных данных, сделанных много позже и описанных в работе [Kubicki et al., 2008]. В итоговой работе по трендам Т в мезосфере большой группы авторов (среди которых есть и А.И. Семенов) под руководством Бейга [Beig et al., 2003] подчеркивается (стр. 1–9...1–10), что смена сенсоров и методов коррекции приводит в ракетных измерениях температуры мезосферы к “confusions”. На рис. 2 в этой статье приводится пример измерений на российских ракетах М100 в Тумбе (Индия), где хорошо видно изменение температуры на 20 К при модификации аппаратуры в 1976 г.

В [Охлаждение и оседание..., 1998] на стр. 2 (верхний абзац) приводится тренд температуры по ракетным измерениям на высотах 50–75 км в средних широтах: **минус 0.65 К в год**. В статье [Golitsyn et al., 1996], соавторами которой являются все три автора Комментариев, по ракетным



Тренды температуры в области мезопаузы по измерениям разных авторов согласно [Lastovicka et al., 2012].

данным для высоких широт приводится величина тренда в **-1.0 К в год на 70 км**. Из сводной таблицы 4 в упоминавшейся уже итоговой статье [Veig et al., 2003] видно, что другими методами никто таких высоких отрицательных трендов не получал. Более того, ракетные измерения Любкена [Lubken, 2000, 2001] также в высоких широтах дают в мезосфере тренд, близкий к нулю. Данные измерений другими методами (см. упомянутую выше таблицу 4) лежат в пределах 0.1–0.3 К в год. Величина отрицательного тренда температуры мезосферы считается надежно установленной и равной **0.2–0.3 К в год**. Вот цитата из относительно недавней обзорной статьи [Qian et al., 2011]

(соавтором которой является пионер исследований трендов R. Roble): “...overall, there is cooling in the order of -2 to -3 K/decade in the altitude region from 50 km to 80 km...”. На мой взгляд на фоне этих общепринятых величин отрицательные тренды в 0.65–1.0 К в год можно назвать ошибочными.

Еще более резко отличались от данных других исследователей результаты определения температуры в области мезопаузы (~87 км) по эмиссии молекул ОН. Согласно [Охлаждение и оседание..., стр. 7, верхний абзац] **отрицательный тренд T на высоте 87 км составляет -0.7 К в год**. В то же время, как явствует из той же итоговой ста-

ты [Beig et al., 2003], и более позднего анализа [Beig, 2006], **тренд Т в области мезопаузы близок к нулю**. Это же подтверждено в более поздних обзорных работах [Laštovička, 2009; Qian et al., 2011]. Вот еще одна итоговая фраза из недавней работы группы весьма авторитетных авторов [Laštovička et al., 2012]: "...a cooling by 2–3 K/decade for middle latitudes and maybe a little bit less at low latitudes for heights of about 50–80 km and essentially no trend in the mesopause region." Рисунок взятый из этой работы (там он рис. 6) иллюстрирует последнее утверждение и наглядно демонстрирует отличие величины  $-0.7$  К в год от данных других измерений. Разве в такой ситуации нельзя назвать отрицательный тренд в  $0.7$  К в год, входящий в обоснование Концепции 1998, "ошибочным"?

Подчеркну, что позже, в 2002–2007 гг., были найдены сезонные вариации температуры, определяемой по эмиссии ОН, и результаты авторов Комментариев стали лучше согласоваться с результатами других исследований. Но к данным, положенным в основу Концепции 1998, это никакого отношения не имеет.

Наиболее странными выглядят пункты обоснования Концепции 1998, касающиеся плотности атмосферы. Согласно [Охлаждение и оседание..., стр. 7, два нижних абзаца] **плотность атмосферы уменьшилась в 1.5 раза на 82 км и в два раза на 85 км**. В силу барометрического закона распределения плотности с высотой в этом случае на высотах 300–500 км падение плотности было бы еще больше. Это явилось бы катастрофой для всех, кто запускает низкоорбитальные спутники, поскольку орбиты последних стали бы сильно отличаться от расчетных. А слой F2 ионосферы опустился бы ниже 200 км (его высота более или менее "привязана" к уровню постоянной плотности), что тоже было бы предметом громкой сенсации. **Реальное изменение плотности атмосферы на высотах 300–500 км составляет по наблюдениям торможения спутников [Emmert et al., 2008; Laštovička et al., 2012] 2–5% за десятилетие**. Что же мешает назвать уменьшение плотности атмосферы на 82–85 км в 1.5–2 раза, входящее в обоснование Концепции 1998, ошибочным?

Мне представляется, что приведенных примеров достаточно, чтобы пояснить, почему я написал в обзоре, что Концепция 1998 "базируется на ошибочных данных".

В Комментариях авторы много пишут о своих более поздних (2000–2011 гг.) работах и достижениях. Никакого отношения к данным, положенным в основу Концепции 1998, это не имеет. Как не имеет отношения и к моему обзору, ибо я специально обговорил в обзоре, что обсуждать все аспекты проблемы трендов Т в мезосфере не собираюсь:

*"По некоторым аспектам проблемы (например, по поиску трендов параметров максимума слоя F2 или трендов параметров температуры в мезосфере) литература уже столь обширна, что потребовалась бы специальная обзорная статья, чтобы охватить все соответствующие публикации. Это выходит за рамки данной статьи"* [Обзор, Введение].

В заключение я могу лишь высказать сожаление, что мои коллеги, которых я знаю десятилетия и всегда считал крупными специалистами в области атмосферных эмиссий, столь странно среагировали на упоминание в моем обзоре Семинара 1998, которое я сделал из лучших побуждений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Охлаждение и оседание, средней и верхней атмосферы", Москва, 6–10 июля 1998 г., ИЗМИРАН.
- *Beig G.* Trends in the mesopause region temperature and our present understanding—an update. *Phys. Chem. Earth* 31(1), 3–9 (2006). doi:10.1016/j.pce.2005.03.007
- *Beig G., Keckhut P., Lowe R.P., Roble R.G., Mlynczak M.G., Scheer J., Fomichev V.I., Offermann D., French W.J.R., Shepherd M.G., Semenov A.I., Remsberg E.E., She C.-Y., Lubken F.-J., Bremer J., Clemesha B.R., Stegman J., Sigernes F., Fadnavis S.* Review of mesospheric temperature trends // *Rev. Geophys.* 41(4), 1015 (2003). doi:10.1029/2002RG000121
- *Emmert J.T., Picone J.M., Meier R.R.* Thermospheric global average density trends 1967–2007, derived from orbits of 5000 near-Earth objects // *Geophys. Res. Lett.* 35, L05101 (2008). doi:10.1029/2007GL032809
- *Kubicky A., Keckhut P., Chanin M.-L., Golitsyn G.S., Lyosenko E.* Temperature trends in the middle atmosphere as seen by historical Russian rocket launches. Part II. Heiss Island (80.6° N, 58° E) // *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* 70(1), 145–155 (2008).
- *Laštovička J.* Global pattern of trends in the upper atmosphere and ionosphere: recent progress // *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* 71, 1514–1528 (2009). doi:10.1016/j.jastp.2009.01.010
- *Laštovička J., Akmaev R.A., Beig G., Bremer J., Emmert J.T., Jacobi C., Jarvis M.J., Nedoluha G., Portnyagin Y.I., Ulrich T.* Emerging pattern of global change in the upper atmosphere and ionosphere // *Ann. Geophys.* 26(5), 1255–1268 (2008).
- *Laštovička J., Solomon S.C., Qian L.* Trends in the neutral and ionized upper atmosphere // *Space Sci. Rev.* V. 168. P. 113–145. 2012.
- *Lubken F.-J.* Nearly zero temperature trend in the polar summer mesosphere // *Geophys. Res. Lett.* 27(21), 3603–3606 (2000).
- *Lubken F.-J.* No long term change of the thermal structure in the mesosphere at high latitudes during summer // *Adv. Space Res.* 28(7), 947–953 (2001).
- *Qian L., Laštovička J., Solomon S.C., Roble R.G.* Progress in observations and simulations of global change in the upper atmosphere. *J. Geophys. Res.* 111(A4), A00H03, (2011) doi:10.1029/2010JA016317