

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А.В. Константиновой
"Долговременные вариации критической частоты и высоты слоя F2",
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы

Диссертационная работа А.В. Константиновой посвящена весьма *актуальному научному* вопросу – изменениям со временем состояние ионосферы из-за общего охлаждения и оседания верхней атмосферы, вызванного увеличением в атмосфере количества CO₂. Работа *актуальна и в практическом плане*, т.к. знание физических причин вариаций foF2 и hmF2 важно для практики КВ радиосвязи.

Работа представляет интерес в двух аспектах. Во-первых, она показывает, как происходят долговременные изменения (тренды) основного ионосферного слоя F2. Во-вторых, она позволяет лучше понять, как идет сам процесс охлаждения и оседания атмосферы. В частности, весьма интересен полученный соискателем вывод о том, что в последние десятилетия происходит уменьшение количества атомного кислорода в термосфере.

Работа содержит ряд оригинальных результатов. В первую очередь это касается двух разработанных диссертантом методов выделения трендов основных параметров слоя F2, foF2 и hmF2. Используя эти методы, А.В. Константинова получила, что на всех исследованных ионосферных станциях наблюдаются отрицательные тренды как foF2, так и hmF2. Поскольку величины критической частоты измеряются более надежно, чем параметр hmF2, который пересчитывается из снимаемого с ионограмм параметра M3000, анализ трендов foF2 выполнен более полно, чем трендов hmF2.

Наиболее *важные результаты* по трендам foF2 состоят в обнаружении хорошо выраженных суточных и сезонных вариаций этих трендов. Получено, что отрицательные тренды foF2 по абсолютной величине максимальны днём и минимальны ночью. Сезонный ход этих трендов (абсолютные величины трендов максимальны зимой и минимальны летом) диссертант использует для упомянутого выше вывода об отрицательном тренде количества атомного кислорода.

Анализируя с помощью тех же методов поведение foF2 в период очень глубокого минимума солнечной активности в 2008-2009 гг., А.В. Константинова показывает, что в период указанного минимума нарушается гладкий ход критической частоты со временем, а абсолютная величина тренда несколько падает, хотя тренд и остается отрицательным.

Диссертант подробно рассматривает публикации других авторов, посвященных трендам foF2 и hmF2. Она показывает, что во многих работах получаются отрицательные тренды, близкие по абсолютной величине к полученным в рецензируемой работе. Однако несколько исследовательских групп получают (также отрицательные) меньшие по абсолютной величине тренды. Выполненный в диссертации подробный анализ позволяет сформулировать основных причины такого различия. Они состоят в неправильном выборе исходного ряда данных и отсутствии учета суточных и сезонных вариаций трендов. Диссертант наглядно иллюстрирует влияние неправильного выбора исходного ряда, используя оригинальный рисунок из соответствующей работы Милиха и Бремера.

Имеется *замечание*, носящее характер вопроса. Почему foF2 оценивается через параметр M3000, а не из данных по обработке ионограмм?

Установленные автором закономерности вариаций параметров foF2 и hmF2 представляют интерес для построения эмпирических моделей типа IRI. Было бы интересно в автореферате увидеть предложения по учету обнаруженных особенностей.

В целом работа производит впечатление цельного и законченного исследования важной научной задачи: долговременные тренды основных параметров ионосферного слоя F2. Результаты работы опубликованы в достаточном количестве изданий, входящих в список ВАК.

Я считаю, что работа соответствует требованиям ВАК, а ее автор, АВ Константинова, заслуживает присуждения ей искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

Зав. отделом радиофизики и космических исследований
НИИ физики Южного федерального университета,

доктор физ.-мат. наук, профессор

П.Ф. Денисенко

Денисенко Павел Федорович

344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194, НИИФ ЮФУ
служ. тел. 8-863-297-50-63; моб. тел. 8-988-256-93-43

Личную подпись П.Ф. Денисенко удостоверяю.

Директор НИИФ ЮФУ, д. ф.-м. н.,



И.А. Вербенко

НИИ физики ЮФУ

Исх. № 604/497

от 23.11.2018 г.