

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Перцева Николая Николаевича «Регулярная и нерегулярная изменчивость температуры и характеристик серебристых облаков в области среднеширотной мезопаузы», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

Актуальность темы

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнения. Предметом исследования диссертационной работы является весьма сложная и в настоящее время недостаточно хорошо изученная проблема изменчивости температуры и характеристик серебристых облаков в самой холодной области атмосферы- в области мезопаузы. Эта область находится между термосферой и мезосферой. Поэтому на изменчивость физических параметров в этой области оказывают существенное влияние процессы различных пространственно-временных масштабов в близлежащих областях. Кроме того, на эту область мезопаузы оказывает значительное воздействие вариации параметров солнечной и геомагнитной активности. Также имеются многочисленные публикации о связи изменчивости процессов в области мезопаузы с процессами в страто-тропосфере. Исследованиям различных процессов в области мезопаузы посвящены многочисленные публикации, которые показали, что для глубокого понимания закономерностей этих процессов наряду с анализом результатов измерений и наблюдений прошлых десятилетий крайне актуальны получение и анализ современных хорошо распределенных по времени и пространству статистически обеспеченных однородных рядов данных, что и является основной темой диссертационной работы.

Решение актуальной проблемы самосогласованного и полного описания всех основных черт изменчивости температуры и связанных с ней характеристик области среднеширотной мезопаузы имеет большое практическое значение. Полученные в результате решения этой проблемы результаты могут быть эффективно использованы при разработке методов долгосрочного прогноза изменений погоды и климата, при разработке современных радионавигационных систем и технологий возвращаемых спутниковых средств, при разработке помехоустойчивых систем радиосвязи в различных диапазонах длин волн, при создании методик диагностики и идентификации в атмосфере оптических объектов различного генезиса.

Оценка общего содержания диссертационной работы.

В диссертационной работе системно и последовательно изложены результаты проведенного автором комплекса исследований по проблеме

изменчивости температуры и связанных с ней характеристик области среднеширотной мезопаузы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных научных результатов, выводов и рекомендаций. Автором изучены и критически анализируются известные достижения и теоретические положения других авторов по проблеме изменчивости температурного поля среднеширотной области мезопаузы и мезосферно-облачных полей, известные на момент написания диссертации. Список литературы составляет 435 наименований.

Оценка основного содержания диссертационной работы.

Достоинством работы является ее комплексность и системность. Цели и задачи работы сформулированы четко и конкретно. Для их достижения автором проведен законченный цикл экспериментальных и теоретических исследований.

Автор проанализировал по единой методике хорошо статистически обеспеченные многолетние ряды данных спектрофотометрических измерений инфракрасных эмиссий в области мезопаузы и параметров серебристых облаков на интервалах времени, превышающих 11-летний цикл солнечной активности. В диссертации разработаны алгоритмы получения физически обоснованных рядов среднесезонных характеристик серебристых облаков, что в конечном счете обеспечило высокую информативность и достоверность анализируемых в работе экспериментальных данных. Обсуждению методологии получения этих данных посвящена в основном первая глава диссертации. В этой главе автор также провел полноценный критический анализ других дистанционных и прямых средств измерений в области мезопаузы-нижней термосферы, которые позволяют получить необходимую информацию для качественной интерпретации полученных в работе результатов, показавший широкую эрудицию автора в области экспериментальных исследований верхней атмосферы.

Обсуждению циклических процессов в изменчивости характеристик области мезопаузы с различными пространственно-временными масштабами посвящена вторая глава диссертации. Анализ сезонного хода температуры в среднеширотной области мезопаузы проводился посредством выделения регулярной составляющей из многолетних рядов данных наблюдений годовых вариаций среднемесячных средненочных значений температуры, измеренной спектрофотометрическим методом. В связи с тем, что количество ночных часов в различные сезоны неодинаково, с методической точки зрения было бы целесообразно уточнить ту ошибку в определении фактической полуночной температуры, которую вносит использование

суммирование значений температуры за несколько часов ночных наблюдений с учетом возможных суточных вариаций температуры, а также с учетом различными условиями для оптических наблюдений в ночные часы, связанными с погодой и пр. Судя по рис.2.1.3 из текста диссертации, среднемесячные полуночные значения практически полностью описывают закономерности исследуемого сезонного хода температуры. Возникает вопрос: чем отличаются фактические полуночные значения от средненочных? Из рис. 2.2.1 можно сделать вывод о том, что средненочные значения могут отличаться от полуночных. В то же время, как следует из табл. 2.1.2, в целом характеристики сезонных вариаций температуры гидроксильного слоя по данным наблюдений в различных среднеширотных пунктах хорошо согласуются друг с другом, несмотря на различные условия наблюдений. Было бы также полезно привести в работе конкретные значения амплитуд и фаз различных гармоник сезонного хода температуры области среднеширотной мезопаузы по данным лидарных наблюдений и по рассматриваемым в работе эмпирическим и полуэмпирическим моделям температуры. В целом, проведенный в работе анализ закономерностей сезонного хода температуры среднеширотной области мезопаузы выглядит достаточно убедительным и информативным.

Значительный интерес представляют проведенные в работе исследования причин сдвига по фазе между годовыми вариациями температуры области мезопаузы и сезонном ходе вариаций активности серебристых облаков. Автор впервые связал анализ этого сезонного хода с сезонными вариациями активности полярных мезосферных облаков и сезонными вариациями влажности в области мезопаузы. В результате им был сделан важный вывод о том, что сезонный ход температуры верхней мезосферы в высоких широтах контролирует сезонный ход не только полярных мезосферных облаков, но и серебристых облаков, встречающихся заметно южнее.

Разработанный автором оригинальный методический подход к оценкам параметров суточного и полусуточного приливов на высоте 87 км по данным многолетних наблюдений гидроксильных эмиссий и с учетом результатов измерений другими методами и с моделями вертикального ветра позволил ему получить новые данные о параметрах внутрисуточных колебаний температуры в области среднеширотной мезопаузы, которые можно рассматривать как наилучшие к настоящему времени и наиболее достоверные оценки этих параметров.

Значительный научный интерес представляют проведенные автором исследования лунных приливных колебаний в области мезопаузы. С этой целью автор использовал существенно больший объем данных наблюдений по сравнению с предыдущими исследованиями, расширил список влияющих лунных аргументов, применил методы многомерного регрессионного анализа и учел частичную маскировку лунного сигнала в серебристых облаках лунным сигналом в погодных условиях при наблюдениях с поверхности Земли. В результате автором статистически достоверно смог выявить важные новые закономерности в лунных полумесячных зональных

приливных вариациях, лунных полумесячных синодических и лунных полусуточных приливных вариациях параметров гидроксильного излучения и серебристых облаков и дать им научно обоснованную интерпретацию.

В третьей главе проведен комплексный анализ закономерностей, проявляющихся в нарушениях регулярной цикличности в вариациях физических параметров области мезопаузы в различных частотных диапазонах (внутри-суточном, внутри-сезонном и межгодовом). По данным многолетних спектрографических наблюдений получен усредненный сезонный ход внутрисуточных нормированных стандартных отклонений гидроксильной температуры в области среднеширотной мезопаузы. Показано, что при анализе различных ночных временных рядов необходим учет длительности этих рядов даже внутри одного сезона. С этой целью в работе использован метод фильтрации временных рядов путем многомерного метода наименьших квадратов, что позволило одновременно решить задачи частичной компенсации неодинаковой длины измерений, частотной фильтрации и исключения регулярной составляющей из рядов данных измерений. Для получения информации о пространственных и временных масштабах неоднородностей, приводящих к оцененным дисперсиям измеренных величин, использованы методы временного, пространственного и пространственно-временного спектрального анализа. В результате анализа установлено, что основная часть неоднородностей, создающих наблюдаемые внутрисуточные вариации интенсивности гидроксильного излучения на высотах среднеширотной мезопаузы, имеет горизонтальные масштабы от 3 до 40 км.

Для изменчивости процессов с характерными периодами от 2-3 суток до 2-3 месяцев автор использует термин «нерегулярная внутрисезонная изменчивость». В результате проведенных с участием автора исследований влияния орографических эффектов на внутрисезонную изменчивость, сделан вывод о том, что эти эффекты типичны для районов с локально-обособленными источниками возмущений, но не для области мезопаузы в целом. Проведенный в работе анализ относительных стандартных отклонений, обусловленных внутрисезонными вариациями гидроксильной температуры в области мезопаузы, по данным измерений на двух среднеширотных станциях, показал, что имеется определенная связь этой изменчивости с развитием процессов внезапных стратосферных потеплений. Внутрисезонная изменчивость наблюдается также и в статистике появления и в вариациях яркости серебристых облаков. По данным измерений на сети автоматической фотосъемки серебристых облаков эта изменчивость проанализирована с участием автора на новом, более высоком уровне. В результате были выявлены основные периодичности в повышенной повторяемости появления серебристых облаков с характерными временными внутрисезонными масштабами и оценены характерные пространственные горизонтальные масштабы полей серебристых облаков, которые не превышали 800 км. Однако в работе не указана степень пространственной анизотропии в горизонтальных структурах наблюдаемых серебристых

облаков. Известно, что для планетарных волн эта анизотропия существенна. Поэтому можно рекомендовать автору более детально исследовать влияние планетарных волн, имеющих большие пространственные масштабы, на внутрисезонную изменчивость повторяемости серебристых облаков.

При анализе факторов, обуславливающих межгодовую изменчивость средних характеристик температуры в области мезопаузы и параметров ее регулярных и нерегулярных вариаций, основное внимание автором уделяется влиянию на температурный режим области мезопаузы планетарных волн, характеристики которых изменяются с характерными временами более года (в основном, квазидвухлетнего колебания (КДК)), и вариаций параметров солнечной активности. Автором получены оценки влияния КДК на сезонный ход среднеширотной гидроксильной температуры. Установлено, что это влияние проявляется как в амплитудах годовой, так и полугодовой гармоник. За счет большого объема полученных экспериментальных данных и новизны методического подхода к анализу этих данных автору удалось получить интересные результаты в области исследований влияния вариаций параметров солнечной активности на процессы в области мезопаузы. В частности, им был сделан вывод о сдвиге по фазе между 11-летним циклом солнечной активности и соответствующим циклом в температуре и характеристиками мезосферных облаков. Можно согласиться с мнением автора о том, что этот сдвиг указывает на возможное не прямое воздействие солнечной активности на различные физические процессы в области мезопаузы через механизмы, регулирующие циркуляцию средней атмосферы.

В результате анализа уникального по продолжительности (1976-2013 гг.) ряда однородных данных по температуре в области мезопаузы автор получил на надежной статистической основе подтверждение вывода других авторов о наличии нелинейных долгопериодных (субвековых) трендов в различных параметрах температуры в области мезопаузы. Этот анализ позволил разработать эмпирическую модель температуры и плотности в значительном временном диапазоне (1976-1991 гг.), из которой, в частности, следовало, что в указанном диапазоне лет имело место сжатие атмосферы (давление и плотность на заданной высоте постепенно уменьшались).

Проведенное автором сопоставление данных о трендах в температуре и плотности летней области мезосферы с трендами в характеристиках серебристых облаков позволило ему сделать важный вывод о необходимости корректного учета погодного фактора при анализе этих трендов. В результате автором с учетом этого фактора и с использованием регрессионного и взаимно-корреляционного анализа было показано, что накопленная за сезон яркость серебристых облаков имеет практически нулевой долгопериодный тренд. Этот результат противоречит широко распространенным оценкам других авторов о наличии статически значимого долгопериодного тренда в яркости, сделанным без должного учета погодного фактора. Физическое обоснование вывода о нулевом тренде в активности серебристых облаков при наличии значимых трендов в температуре области мезопаузы, данное

автором с учетом возможных долгопериодных вариаций влажностных параметров на соответствующих высотах, выглядит достаточно убедительным. К сожалению автор не сделал никаких выводов о возможных причинах расхождения между положительным трендом, оцененным без учета погодного фактора и количества дежурных ночей, и нулевым трендом, полученным с их учетом. Заслуживает обсуждения, в частности, вопрос о существовании реального тренда в погодных условиях наблюдений. Представленные в четвертой главе результаты исследований процессов возмущения области мезопаузы гидродинамическими волнами различных пространственно-временных масштабов свидетельствуют о том, что автор получил интересные новые данные о параметрах стационарных и планетарных волн, формирующих внутрисезонную изменчивость области мезопаузы. Автором выявлены закономерности зависящей от долготы реакции области мезопаузы на внезапные стратосферные потепления в зависимости от характеристик планетарных волн и их суперпозиции. Заслуживает высокой оценки разработанная автором численная модель распространения и диссипации монохроматических акустико-гравитационных волн (АГВ) в атмосфере с реалистическими профилями температуры и ветра. Новизна и качество этой модели свидетельствует о высокой профессиональной квалификации автора в области численного моделирования атмосферных процессов. Модель была эффективно использована автором для анализа различных сценариев распространения АГВ в атмосфере и для интерпретации данных измерений.

Достоверность результатов

Достоверность полученных автором экспериментальных результатов обеспечивается использованием современных приборных средств (в том числе на уникальной автоматизированной международной сети станций фотосъемки серебристых облаков) и методик наблюдений.

Достоверность теоретических результатов обеспечивается использованием современных общепризнанных физико-математических методов численного моделирования атмосферных процессов и корректным сопоставлением полученных результатов моделирования с достоверными экспериментальными данными.

Результаты проведенных автором исследований неоднократно представлялись им на различных международных конференциях, в которых принимал участие и оппонент, и всегда вызывали значительный интерес и получали высокую оценку международной научной общественности.

На основании вышеизложенного можно сделать общий вывод о том, что диссертация Н.Н. Перцева является самостоятельным законченным научным трудом, в котором на основании проведенных автором экспериментальных и теоретических исследований осуществлено решение научной проблемы установления основных закономерностей в изменчивости температуры и

характеристик облачных полей в области среднеширотной мезопаузы, имеющей важное научное значение для специальности 25.00.29- физика атмосферы и гидросферы. Сделанные в данном отзыве замечания не снижают существенно общей высокой оценки работы, а некоторые из них могут рассматриваться как рекомендации по проведению дальнейших исследований по указанной выше проблеме. Считаю, что представленная Н.Н.Перцевым работа полностью соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора физ.-мат.наук, а ее автор безусловно заслуживает присуждения ему искомой степени.

Официальный оппонент:

Портнягин Юрий Иванович,
главный научный сотрудник Института Экспериментальной Метеорологии
ФГБУ «НПО «Тайфун» Федеральной службы по гидрометеорологии и
мониторингу окружающей среды доктор физ.- мат. наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ

Ю.И.Портнягин :

Эл. Почта: yportgin@typhoon.obninsk.ru

Тел: 910-544-40-83.

Адрес: 249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4.

Подпись Портнягина Ю.И. заверяю

Бурков А.И.



Ученый секретарь ФГБУ «НПО «Тайфун»

6X-13205-458
28.10.2015

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральная служба по гидрометеорологии и
мониторингу окружающей среды

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ТАЙФУН»
(ФГБУ "НПО "Тайфун")

Победы ул., 4, г. Обнинск Калужской обл., 249038
телефон: (484)3971540, факс: (484)3940910
e-mail: post@rpatyphoon.ru
телетайп: 183505 Волна

ФГБУН Институт физики
атмосферы им. А.М. Обухова
Ученому секретарю
Л.Д. Краснокутской

119017, Москва, Пыжевский пер.,
д. 3

20.10.2015 № 02-268/3339
На № _____ от _____

[О направлении отзыва на диссертацию]

Уважаемая Людмила Дмитриевна!

Направляю отзыв официального оппонента на диссертацию Перцева Н.Н.
«Регулярная и нерегулярная изменчивость температуры и характеристик
серебристых облаков в области среднеширотной мезопаузы».

Приложение: Отзыв на диссертацию на 7 л., в 2 экз.

Генеральный директор



В.М. Шершаков

Портнягин Ю.И.
(484) 397-15-20