

ОТЗЫВ

официального оппонента Колтовского И.И. на диссертацию
Саункина Андрея Витальевича

«Исследование изменчивости интенсивности свечения атомарного кислорода 557,7 нм и температуры области мезопаузы над Восточной Сибирью спутниковыми и наземными инструментами»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – науки об атмосфере и климате.

Тема диссертационной работы Саункина А. В. является крайне актуальной ввиду необходимости сопряжения локальных наземных измерений с глобальными спутниковыми данными, так как изучение мезосферы и нижней термосферы осложнено труднодоступностью этой области для прямых измерений. Для этого собран комплекс из различных инструментов, включающий спутниковые и наземные данные, а также продукты на основе фотохимических и эмпирических моделей. Использование спутниковых данных в сочетании с наземными высокоточными инструментами позволяет автору верифицировать спутниковые методики и получать непрерывные ряды данных о температуре и свечении атомарного кислорода (557,7 нм) над Восточной Сибирью.

Научная новизна работы заключается в разработке оригинальных методов восстановления интенсивности свечения атомарного кислорода по данным спутникового прибора SABER и алгоритма корректного сопоставления температур, измеренных наземными и спутниковыми приборами, с учетом вариаций высоты эмиссионного слоя, что безусловно заслуживает высокой оценки. Практическая ценность работы заключается в возможности использования разработанных программ и алгоритмов для глобального мониторинга параметров мезосферы и нижней термосферы и создания систем кросс-калибровки наземных приборов по эталонным спутниковым данным.

Диссертация Саункина А.В. состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы, содержит 118 страниц, включая 50 рисунков и библиографию из 123 наименований.

Во введении представлена и обоснована актуальность выбранной темы диссертации, сформулированы цели работы и задачи, которые предполагается решить для достижения цели. Кратко описана научная новизна работы, методы, достоверность и практическая ценность полученных результатов, четко сформулированы защищаемые положения.

В первой главе представлен подробный обзор современных теоретических и экспериментальных работ по теме диссертации. Описаны основные приборы и методы исследования атмосферы, основанные на измерении собственного свечения. Также приводятся основные модели верхней атмосферы, привлекаемые в современной науке к исследованию верхней атмосферы.

Во второй главе приводится описание разработанного программного комплекса, а также алгоритмов обработки, фильтрации и визуализации спутниковых данных. Представлены результаты сравнительного анализа данных, полученных с помощью инструментов MLS и SABER. На основании проведенной оценки для дальнейшего исследования были выбраны данные SABER, обладающие рядом преимуществ для решения поставленных задач данной диссертационной работы. Кроме того, изложены результаты анализа снимков облачного покрова и описан алгоритм расчета степени облачности.

В третьей главе автором предложен оригинальный метод расчета интенсивности свечения атомарного кислорода на длине волны 557,7 нм из данных SABER, так как она не ведет прямых измерений данной эмиссии. В работе детально проанализированы фотохимические механизмы формирования указанной эмиссии и её взаимосвязь с эмиссией гидроксила. После детального разбора разных версий коэффициентов была выбрана формула, представленная в работе [Mlynczak et al., 2013], далее следуя методическому подходу [Gao et al., 2012], автор успешно синтезировал вертикальные профили объемной скорости свечения (VER) линии 557,7 нм.

Четвертая глава является логическим продолжением третьей главы, где интенсивность и температура свечения атомарного кислорода полученные по данным SABER сопоставляются с результатами наземного инструмента, а именно с интерферометром Фабри-Перо (ИФП). Для этого была проведена процедура калибровки данных к абсолютным единицам измерения. После обнаружения и устранения ошибки в данных ИФП сравнение температур показало хорошее соответствие с неким рассогласованием, а именно не воспроизводится сезонный ход температуры, наблюдаемый ИФП. Было выдвинуто предположение об ошибке в определении высоты максимума слоя свечения и для проверки этой гипотезы синтезированные профили интенсивности начали смещать по высоте. Наилучшее согласование сезонного хода температур было достигнуто при смещении максимума интенсивности на ~97 км (для модели 2013 г.) и ~98 км (для модели 2018 г.). Итогом главы стало обоснование необходимости корректировки существующих фотохимических моделей свечения атомарного кислорода и гидроксила для их корректного использования со спутниковыми данными.

В пятой главе проведено сопоставление среднегодовых ночных температур в области мезопаузы и интенсивности 557,7 нм в период с 2017 по 2021 годы по данным SABER, ИФП, фотометра SATI и модели NRLMSIS. Используются аналогичные методы, расчеты и разные варианты модельных коэффициентов, как и в предыдущих главах. В целом получено хорошее соответствие данных, за исключением различий в температурах летне-осеннего периода и интенсивностях в апреле и сентябре–ноябре. Сделан детальный анализ этих различий и выдвинуты предположения. Разницу в температурах связывают с поведением интенсивности, так как эффективная температура рассчитывается с использованием высотного профиля эмиссии 557,7 нм, а апрельское расхождение по интенсивности связывают с тем, что модель NRLMSIS не учитывает широтные особенности излучения атомарного кислорода. В качестве возможных причин высоких значений интенсивности по SABER летом указываются остаточные эффекты в атмосфере и тот факт, что фотохимические процессы не успевают прийти в стационарное состояние после захода Солнца, а осенний максимум интенсивности, регистрируемый ИФП, остается труднообъяснимым и требует дальнейших исследований. Также различия в измерениях интенсивности наземными инструментами связывают с локальными погодными условиями.

В шестой главе проведено комплексное исследование температуры и интенсивности 557,7 нм по данным ИФП и инфракрасного спектрографа Shamrock с данными радиометра SABER во время внезапных стратосферных потеплений за 2003-2023 гг. Показано что наземные данные слабо реагируют на ВСП, так как слои атомарного кислорода и гидроксила истончаются, уменьшаются по интенсивности и смещаются по высоте. Автором

утверждается обнаружение признаков ВСП над сибирскими обсерваториями за 5–7 дней до начала мажорных ВСП и несмотря на значительное географическое разделение, изменения параметров до, во время и после максимума потепления происходят практически синхронно.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Постановка задач и их решения, представленные в диссертации, проведены на высоком научном уровне и их новизна сомнений не вызывают.

Вместе с тем, по диссертации Саункина А.В. следует сделать следующие замечания:

1. Вызывает вопросы выбор аббревиатуры SATI для названия используемого спектрометра. Данное сокращение полностью совпадает с названием широко известного в международном сообществе инструмента SATI (Spectral Airglow Temperature Imager, Сьерра-Невада, Испания), которое порождает терминологическую путаницу.
2. К достоинствам ИФП не указана уникальная возможность определения скорости и направления нейтрального ветра в верхней атмосфере по доплеровскому смещению контура линии излучения. Стр 25.
3. Не приводится достаточно подробно описание спутникового прибора SABER. В частности, не уточняется, учитывались ли в обработке данных различия между восходящими и нисходящими витками орбит для определения направления на точку измерения.
4. Зарегистрирован ли официально программный комплекс и почему листинги алгоритмов не прикреплены в диссертации?
5. Не совсем полно описана разработанная специализированная вычислительная методика в главе 2 Раздел 2.4.
6. Немного неточное название рисунков 37 и 39. Среднегодовая температура — это средняя температура за год. Целесообразно написать «годовой ход суточной интенсивности или температуры».
7. Почему на 39 рисунке не приведен годовой ход средненочной интенсивности свечения линии 557.7, полученной по данным SATI, тогда как в следующем рисунке, в усреднении по месяцам она есть?
8. Не совсем ясно объяснение причины большой разницы температуры летне-осеннего периода по наземным и спутниковым измерениям.
9. В тексте диссертации встречаются небрежности: упущенные слова, лишние буквы, номера таблиц не по порядку, пунктуационные ошибки и др., например, в 6 главе отсчет таблиц идет заново, ссылка на 1 рисунке не работает, на стр. 20 «их длинны волн», стр. 22 «на химических рекомбинации», «кислород излучает также», стр. 27 «модель является крупным», стр. 71 «Для чтобы найти», стр. 76 «Причина послужило отсутствие» и т.д.

Отмеченные недостатки не носят принципиальный характер и не влияют в целом на положительное впечатление от работы.

Результаты соискателя многократно докладывались на всероссийских и международных конференциях и симпозиумах, были опубликованы в 18 печатных работах, из них 4 статьи в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа Саункина А.В. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. В работе получены важные научные результаты и предложены к реализации новые, уникальные методы. На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Саункина Андрея Витальевича отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 «Науки об атмосфере и климате».

Старший научный сотрудник,
и.о. зав. лабораторией оптики атмосферы
ФГБУН Федерального исследовательского центра
«Якутский научный центр СО РАН»
Институт космических исследований и аэронавтики
им. Ю.Г. Шафера СО РАН,
кандидат физико-математических наук

/Колтовской И.И./

Я, Колтовской Игорь Иннокентьевич, даю согласие на включение моих данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Колтовской И.И.

Подпись Колтовского И.И. заверяю



Ученый секретарь
ИКФИА СО РАН
к.ф.-м.н. Бондарь Е.Д.