

ОТЗЫВ

Митника Леонида Моисеевича

на диссертационную работу Косторной Анжелики Андреевны

«Определение влагосодержания атмосферы и водозапас облаков по данным российских метеорологических спутников», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 Физика атмосферы и гидросферы

В диссертационной работе Косторной А.А. рассмотрен ряд вопросов, связанных с определением по данным спутникового зондирования двух интегральных параметров: влагосодержания атмосферы V (точнее - паросодержания - см. Л.Т. Матвеев, Динамика облаков, 1981) и водозапаса облаков Q . Разработка и совершенствование методик восстановления V и Q по микроволновым (МВ) измерениям из космоса более 50 лет является актуальной задачей, что следует из анализа отечественных и зарубежных публикаций. Оба параметра находились, как правило, одновременно, причем паросодержание атмосферы определялось как при ясном небе, так и при облачности в отличие от методики, изложенной в диссертации Косторной А.А. Основополагающие теоретические и экспериментальные работы в 60-70 годах прошлого века велись в организациях Гидрометслужбы (Гидрометцентр СССР (Домбковская Е.П. и др.); ЦАО (Горелик А.Г. и др.); ГГО им. Воейкова (Шифрин К.С., Рабинович Ю.И., Мелентьев В.В. и др.); ААНИИ () и в Академии наук СССР (ИРЭ РАН (Башаринов А.Е., Кутуза Б.Г. и др.), ИФА РАН (Обухов), а также в Военно-воздушной академии им. А.Ф. Можайского и за рубежом в МТИ (D.Staelin et al.); JPL et al. Были осуществлены эксперименты по спутниковому МВ зондированию Земли, разработаны и применены алгоритмы определения паросодержания атмосферы и водозапаса облаков по спутниковым данным, оценены их погрешности.

В 90-х годах 20 века и в возрастающих масштабах в 21 веке наблюдения выполняются многоканальными МВ радиометрами со спутников, запущенных в разных странах. Усовершенствованы алгоритмы восстановления геофизических параметров, результаты применения которых приведены, например, на сайтах Remote Sensing System (США), Japan Aerospace Exploration Agency (Япония) и др. Наступил золотой век МВ радиометрии: пользователи имеют в своем распоряжении ежесуточные калиброванные поля яркостных температур Земли с разных спутников в диапазоне частот от 1,43 до примерно 200 ГГц на различных поляризациях, а также полученные на их основе продукты. Погрешности восстанавливаемых значений V и Q снизились, и данные МВ зондирования используются в исследовании изменений климата, в оценке трендов содержания водяного пара в атмосфере и др.

На этом фоне методика, предложенная соискателем, выглядит архаичной и не является элементом новизны. (Разработка методики отмечена как личный вклад автора, пункт 1 в перечне). Из анализа существующих методик определения влагосодержания атмосферы и литературных источников (обязательная часть квалификационной работы) не следует выбор для МВ данных методики, аналогичной применяемой при обработке данных в ИК диапазоне (определение паросодержания в безоблачных участках, оценка балла облачности и т.д.). Соискатель не разобрался в физике переноса МВ излучения, что необходимо при работе с данными радиометра МТВЗА-ГЯ. Предложенная методика не обоснована физически, что видно, например, из формулы (1), в которой “забыты” два слагаемых, описывающие вклад в излучение, принимаемое бортовым радиометром, нисходящего излучения атмосферы, отраженного поверхностью и космического излучения. (см. А.Е. Башаринова и др., 1970, Б.Г. Кутуза и др. “Спутниковый мониторинг Земли: микроволновая радиометрия атмосферы и поверхности”, 2015). Отметим попутно ошибку в формуле (11), описывающей численное интегрирование.

Автор не знаком с физикой переноса МВ излучения в системе атмосфера-поверхность, с работами по МВ спектрам атмосферных газов, океана и другим типам

земных покровов. Отражением этого являются рекомендованные автором алгоритмы определения V с использованием комбинации яркостных температуры только на вертикальной поляризации, чувствительность которых к вариациям паросодержания намного меньше, чем на горизонтальной поляризации. Объяснить это можно принципиальными ошибками в моделировании яркостных температур (см. формулы), использованием профилей атмосферы Matricardi, ошибкам в расчете излучательной способности поверхности (по ГОСТ-у надо использовать термин “коэффициент излучения”). Так, профили Matricardi были получены при независимых вариациях температуры и влажности, что не соответствует процессам в атмосфере. При моделировании лучше использовать радиозондовые вертикальные профили, метеорологических переменных. Для глобальной сети аэрологических станций они приведены на сайте университета Wyoming. Валидация предложенных автором алгоритмов выполнялась путем сравнения значений V , найденных по модельным значениям яркостных температур на частотах радиометра МТВЗА-ГЯ, со значениями паросодержания, заимствованным из данных реанализа над несколькими районами Южного океана. Очевидный способ валидации алгоритма - сравнение значения V , восстановленных по авторским алгоритмам, с радиозондовыми значениями V не использован. (В этом случае при моделировании яркостных температур в качестве входной информации берутся радиозондовые профили, а не профили Matricardi). Значения V для каждого радиозонда также находятся на сайте университета Wyoming.

В автореферате отмечено, что типичные средние погрешности восстановления влагосодержания и водозапаса по спутниковым измерениям – 15 % и 23 % соответственно (ссылка на работу С.П. Образцова (2001 г., объем 5 стр)). Отсюда следует, что над значительной площадью океана абсолютная ошибка в оценке V составляет 6-8 кг/м², что не соответствует результатам обработки спутниковых данных. В автореферате отмечается, что “Для оценки влагосодержания....., как правило, используется измеренное поглощение водяного пара в различных диапазонах спектра”. В работе автора разработан алгоритм определения влагосодержания по МВ данным, в котором (как и в работах других исследователей) для оценки V используются измеренные яркостные температуры, а не поглощение водяного пара. Еще одна ошибка: “...в полосах поглощения кислорода и водяного пара (52 – 57 ГГц и 183 ГГц)”. Если 52-57 ГГц – длинноволновый скат мощной полосы кислорода, то 183,31 ГГц – одиночная линия поглощения водяного пара.

Перечень ошибок и погрешностей в автореферате можно продолжить, но вывод очевиден: сформулированная важная и актуальная задача: разработка методик для определения влагосодержания атмосферы и водозапаса облаков, применимых к аппаратуре отечественных КА серии «Метеор-М», в диссертации не решена. Констатация актуальности задачи не подкреплена ни конкретными результатами моделирования, ни рассмотрением хотя бы одного витка измерений из обширного объема экспериментальных данных, полученных МВ радиометром МТВЗА-ГЯ со спутников Метеор-М № 2 (август 2015- август 2017) и Метеор-М № 2-2 (с августа 2019 по настоящее время). Из фразы “Применение методики определения влагосодержания безоблачной атмосферы к данным прибор МТВЗА-ГЯ КА Метеор-М № 2-2 показало ошибку восстановления не более 5 кг/м² для различных участков морской поверхности” невозможно сделать вывод о применимости алгоритма. Учитывая вышесказанное, вряд ли реально считать, что алгоритм разработан даже с учетом ограничений, связанных с “безоблачной атмосферой” и “отдельными участками”.

Подведем итоги. Решаемая в диссертации задача актуальна сегодня и в ближайшие годы в связи с планами Роскосмоса продолжить запуск спутников Метеор-М и усовершенствовать радиометр МТВЗА_ГЯ. Судя по автореферата эта задача не решена, в описании особенностей микроволнового зондирования и моделирования переноса МВ излучения много ошибок. Автор не использует богатый опыт, накопленный исследователями в нашей стране и за рубежом, что свидетельствует о слабой

проработанности имеющегося материала. Научная новизна в части, относящейся к микроволновой радиометрии отсутствует. В отличие от существующих методов предложенный метод даже близко не соответствует достигнутому уровню.

Не соответствует действительности и вывод об основных результатах работы, в котором утверждается, что “Разработанные методы позволяют повысить точность определения характеристик влажности (водозапас и влагосодержание) по даннымКА серии «Метеор-М» и что “полученные результаты работы могут быть использованы для анализа и валидации результатов моделирования пространственного распределения интегрального влагосодержания атмосферы и водозапаса облаков”. Определенно не могут.

В заключение отмечу ещё очень важное обстоятельство. В интернете уже много ссылок на автореферат диссертации А.А. Косторной, на результаты, приведенные в нем. Часть из них ошибочна, что очевидно для специалистов, но может быть заимствовано теми, кто знаком с предметом поверхностно. Ошибки относятся не только к микроволновому диапазону, но и метеорологическим характеристикам. Использование этих ссылок, сбрасывание автореферата и заказ диссертации (если таковая будет защищена) могут принести серьезный репутационный вред Гидрометцентру РФ.

Предложение для соискателя. Обратиться в ученый совет с просьбой о переносе защиты на один год. При этом можно рекомендовать два варианта:

- Сосредоточиться только на разработке материалов, на которые получены отзывы о внедрении и пр., а то, что относится к микроволновой радиометрии исключить.
- разобраться в физике переноса МВ излучения, внимательно прочитать работы по алгоритмам на русском и английском языках, разработать и валидировать алгоритмы для МТВЗА-ГЯ, имея в виду, что в 2022 году будет запущен (планируется) Метеор-М № 2-3 с МТВЗА-ГЯ на борту, выступить на 2-3 семинарах с промежуточными результатами исследования, подготовить доклад на 20 конференцию по дистанционному зондированию Земли из космоса в ИКИ РАН (ноябрь 2022 года).

Митник Леонид Моисеевич
Главный научный сотрудник ТОИ ДВО РАН,
доктор физико-математических наук,

Л. М. Митник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук
ул. Балтийская, д. 43, г. Владивосток, 690041, Россия

Телефон: +7(423)231-28-54
lm_mitnik@mail.ru

