

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 327.003.01
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения
«Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской
Федерации» (ФГБУ «Гидрометцентр России») Федеральной службы по
гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета)
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 01.12.2021 г. № 16

о присуждении **Косторной Анжелике Андреевне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Определение влагосодержания атмосферы и водозапаса облаков по данным российских метеорологических спутников» по специальности 25.00.29 – «физика атмосферы и гидросферы» принята к защите 23.06.2021 протокол № 6 диссертационным советом Д 327.003.01 на базе ФГБУ «Гидрометцентр России» Росгидромета (Россия, Москва, Большой Предтеченский пер., 13, стр.1), приказ Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки Министерства образования и науки Российской Федерации № 420-351 от 14.03.2008.

Соискатель Косторная Анжелика Андреевна, 1991 года рождения, в 2014 году **окончила** с отличием магистратуру ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки «Гидрометеорология», в 2019 году окончила аспирантуру ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» (ФГБУ «Гидрометцентр России» Росгидромета) по направлению подготовки «Науки о Земле». **Работает** младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»

(ФГБУ «НИЦ «Планета»), в отделе научно-исследовательских работ. Диссертация выполнена в ФГБУ «НИЦ «Планета», в отделе научно-исследовательских работ.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, **Рублев Алексей Николаевич**, заместитель директора ФГБУ «НИЦ «Планета» по научной работе.

Официальные оппоненты: **Заболотских Елизавета Валериановна**, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории спутниковой океанографии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет»; **Лукьянов Александр Николаевич**, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией отдела физики высоких слоев атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральная аэрологическая обсерватория», **дали положительные отзывы о диссертации.**

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского», г. Санкт-Петербург, в своем **положительном заключении**, утвержденным заместителем начальника «Военно-космической академия имени А. Ф. Можайского» по учебной и научной работе, доктором технических наук, профессором Ю.В. Кулешовым и подписанном Щукиным Г.Г., профессором кафедры технологий и средств геофизического обеспечения, доктором физико-математических наук, указала, что диссертационная работа выполнена на высоком уровне, имеет теоретическую и практическую значимость, и является законченной научно-квалификационной работой.

Соискатель имеет 23 опубликованных работы по теме диссертации, из них 3 статьи опубликованы в научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК России (по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы; физико-математические науки): а) **Косторная А.А.**

Метод дешифрирования облачного покрова по спутниковым данным / А.А. Косторная, Е.И. Сапрыкин, М.Г. Захватов, Ю.В. Токарева // Метеорология и гидрология. – 2017. – № 12. – С. 16 – 24. **В переводной версии журнала: Kostornaya A.A. A method of cloud detection from satellite data / A.A. Kostornaya, E.I. Saprykin, M.G. Zakhvatov, Yu.V. Tokareva // Russian meteorology and hydrology. – 2017. – V. 42. – № 12. P. – 753 – 758;** б) **Косторная А.А.** Определение влагосодержания в безоблачной атмосфере над океаном по измерениям микроволнового радиометра МТВЗА ГЯ / А.А. Косторная, Р.А. Рублев, В.В. Голомолзин // Вычислительные технологии. – 2020. – Т. 25. – № 4. – С. 83 – 98; в) Волкова Е.В. Определение параметров облачного покрова системами автоматической обработки спутниковых данных / Е.В. Волкова, **А.А. Косторная**, Р.А. Амикишиева // Географический вестник. – 2020. – № 3. – С. 124 – 134.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тематикой исследований и работ в рамках диссертации – определение влагосодержания атмосферы и водозапаса облаков по спутниковым данным.

На диссертацию и автореферат поступило 18 отзывов, из них 17 - положительные, содержащие следующие замечания:

В отзыве Волковой Е.В. замечания касаются ряда некорректных формулировок автора, а также замечание о том, что информацию о водозапасе облаков по данным МСУ-МР КА «Метеор-М» для оценок времени начала и окончания выпадения осадков использовать нецелесообразно из-за редкого пролета КА над заданной точкой за сутки. Смахтин В.К. в своем отзыве отметил необходимость проведения подробного статистического анализа при сравнении данных. Горбатенко В.П. отмечает, что в автореферате не указаны погодные условия, при которых методика детектирования облачности и расчета ее характеристик имеет тенденцию к ложному детектированию, поскольку такая информация важна для исследователей, занимающихся физикой облаков.

В своем отзыве Черный И.В. и Егоров А.Н. обращают внимание, что из автореферата непонятно, как достигается однозначность решения обратной

задачи. Кроме того, в отзыве указываются на опiski в автореферате. Беликов Ю.Е. отметил, что для определения низкой облачности спутниковые измерения имеют меньшую точность, чем наземные и рекомендует использовать данные ДЗЗ для анализа более высоких слоев облачности. Рыбаков Ю.В. отнес к недостаткам автореферата отсутствие в нем результатов применения методики определения влагосодержания безоблачной атмосферы при использовании влажностных каналов, а также отсутствие выводов относительно соответствия полученных результатов приведенным значениям погрешностей определения влагосодержания и водозапаса. Кроме того, считает необходимым проведение валидации восстановленных значений влагосодержания с данными аэрологического зондирования. Горбаренко Е.В. в своем отзыве считает, что было бы целесообразно уточнить в автореферате, откуда берутся коэффициенты излучательной способности подстилающей поверхности и более подробно описать технологию машинного обучения, используемую для подтверждения корректности выбора комбинации каналов МТВЗА-ГЯ. В отзыве Бурцева М.А. отмечаются некорректные формулировки в автореферате, отсутствие расшифровки ряда сокращений, небрежные ссылки на источники, а также отсутствие валидации с аналогичными продуктами, полученными по данным зарубежных микроволновых зондировщиков.

Журавлева Т.Б. считает, что определение оптической толщины облаков и эффективного радиуса частиц происходит при небольших зенитных углах Солнца, а также отмечает отсутствие в автореферате комментариев о качестве восстановления характеристик облачности нижнего яруса и влияния калибровки каналов прибора МСУ-МР на результаты восстановления характеристик облачности. Червяков М.Ю. в своем отзыве указал в качестве замечания отсутствие в автореферате конкретики относительно типов поверхности и климатических зон для которых была применена методика определения влагосодержания безоблачной атмосферы по измерениям прибора МТВЗА-ГЯ. Кроме того, считает библиографические ссылки в автореферате неполными. В отзыве Русина Е.В. к недостаткам автореферата отнесены формулировки

относительно модификации алгоритмов детектирования облачности, опечатки в формулах и проведенная валидация модифицированной методики определения водозапаса облаков. В качестве пожелания он отмечает сравнение разработанной методики определения влагосодержания с нейросетевым подходом. Губенко И.М. отмечает отсутствие в автореферате информации о зарубежных центрах данных и статистического сравнения полученных диссертантом оценок с результатами других авторов. Калинин Н.А. и Смородин Б.Л. в своем отзыве указали на разное количество знаков после запятой в константах, при определении значений влагосодержания и отсутствие объяснений в автореферате касательно "провала" в июне-июле на графике достоверности параметров облачности, рассчитанных по предлагаемой автором методике, при сравнении с данными ДМРЛ-С. В отзыве Музолевского К.В. приводится ряд вопросов по тексту автореферата, касающихся приводимых автором формулировок и формул, в частности, не ясно как определялась маска облачности; а также высказывает сомнения о правомерности относить к методическим ошибкам в определении содержания водяного пара рассеяние на частицах облака и пренебрежение диаграммой направленности антенны; высказаны рекомендации о проведении сравнений с другими существующими алгоритмами и данными.

А.В. Чернокульский в своем отзыве замечает, что по тексту автореферата остается не ясным, как восстанавливаются параметры атмосферы в ночное время и с какой точностью, насколько универсальный пороговые значения в морфологической классификации облаков; а также указывает на неточность некоторых формулировок.

Отзыве Полякова Д.В. не содержит замечаний.

Отрицательный отзыв поступил от Митника Л.М., который не согласен с полученными автором результатами работы и считает, что задача разработки методик для определения влагосодержания атмосферы и водозапаса облаков, применимых к аппаратуре отечественных КА серии «Метеор-М», в диссертации не решена; вызывает вопросы способ валидации алгоритма и заявляемый

уровень точности предложенной методики. В отзыве также указывается на ошибки и погрешности в тексте автореферата и высказывается мнение, что соискатель не знаком с физикой перенос микроволнового излучения.

Диссертационный совет отмечает, что **на основании выполненных соискателем исследований изучены** современные методики и алгоритмы восстановления параметров влажности (водозапаса и влагосодержания); **создана** методика определения влагосодержания безоблачной атмосферы, использующая измерения прибора МТВЗА-ГЯ КА серии «Метеор М», в которой выбор каналов подбирается для различных климатических зон и типов поверхности; **разработана** модификация алгоритмов детектирования облачности и определения ее характеристик в соответствии с международной морфологической классификацией Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) для использования в оперативных подразделениях Гидрометцентра России, реализованная в оперативной технологии; показана значимость ее использования в оперативной прогностической практике; **разработана** методика автоматического попиксельного сравнения облачных параметров, восстановленных двумя различными технологиями обработки спутниковых данных, осуществляющая временное и пространственное совмещение, учет смещения облачных массивов, а также расчет статистических характеристик и оценок.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что соискателем разработаны новый и модифицированные методики, определения характеристик влажности (водозапаса и влагосодержания); созданные на основе этих методик алгоритмы могут применяться для использования в задачах прогноза погоды и климатических исследованиях существующих и новых результатов измерений спутниковых приборов российских гидрометеорологических спутников.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что авторские испытания разработанной методики определения влагосодержания безоблачной атмосферы по измерениям

микроволнового радиометра МТВЗА-ГЯ, показали ее преимущество перед разработанными ранее методами за счет адаптивного поиска оптимального набора каналов; модифицированные автором алгоритмы детектирования облачности и определения ее характеристик адаптированы для территории Сибири, решением Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам (ЦМКП) Росгидромета от 11.10.2016 алгоритмы рекомендованы к использованию в оперативных подразделениях; методика автоматического попиксельного сравнения параметров облачности, восстановленных различными технологиями обработки спутниковых данных, позволяет оценивать их достоверность в автоматическом режиме.

Оценка достоверности результатов исследования: полученные оценки влагосодержания показали хорошее согласие с аналогичными оценками по данным реанализа NCEP и модельными профилями атмосферы M.Matricardi. Восстановленные параметры облачности (типы облачности, высота и температура ВГО) при сравнении с данными наземных наблюдений, измерениями КА CALIPSO (лидара CALIOP) и ДМРЛ-С показали высокую достоверность. Полученные в диссертационной работе результаты согласованы с положениями общей физики атмосферы и известными представлениями о распределении параметров влажности в атмосфере.

Личный вклад соискателя состоит в анализе существующих методик определения водозапаса облаков и влагосодержания атмосферы и литературных источников; в разработке методики определения влагосодержания безоблачной атмосферы, модификации алгоритмов детектирования облачности и расчета ее параметров и разработке методики автоматического попиксельного сравнения облачных параметров, восстановленных двумя различными системами обработки спутниковых данных; в участии в работах по программной реализации полученных методик для оперативной обработки спутниковых данных вместе с соавторами статей, лежащих в основе диссертации; в разработке методик валидации восстановленных значений водозапаса и влагосодержания и

проведении валидации по независимым данным; в участии в подготовке и написании научных статей, в подготовке и представлении докладов на научных конференциях и семинарах.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне, представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задач, имеющих практическое значение для составления прогнозов погоды различной заблаговременности.

Диссертация А.А. Косторной является завершенным научным исследованием и соответствует требованиям пунктов 9 и 10 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013, № 842, а её автор, Косторная А.А., заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

На заседании 1 декабря 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Косторной А.А. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 5 докторов наук по специальности 25.00.29, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против - нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета,
д.г.н., проф.



А.А. Васильев

Ученый секретарь диссертационного совета,
к.ф.-м.н.

М.В. Шатунова

6.12.2021 г.