

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.229.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «МОРСКОЙ
ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 31.03.2023 г. № 20

О присуждении **Рубакиной Валентине Александровне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Суточные колебания температуры верхнего слоя Черного моря и их вклад в изменчивость вертикальной термической структуры вод» по специальности 1.6.17 – океанология принята к защите 23 декабря 2022 года (протокол заседания № 17) диссертационным советом 24.1.229.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, адрес: 299011, г. Севастополь. ул. Капитанская, 2, создан Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 137/нк от 12 февраля 2016 года.

Соискатель – Рубакина Валентина Александровна, 1993 года рождения. В 2016 г. соискатель окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет» по специальности «физика», в 2020 г. – очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН», работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории инновационных методов и средств океанологических исследований отдела дистанционных методов исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук **Кубряков Арсений Александрович** работает ведущим научным сотрудником и заведующим лабораторией инновационных методов и средств океанологических исследований отдела дистанционных методов исследований в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

– **Заболотских Елизавета Валериановна**, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет», Лаборатория спутниковой океанографии, ведущий научный сотрудник,

– **Лаврова Ольга Юрьевна**, кандидат физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук, Лаборатория аэрокосмической радиолокации, ведущий научный сотрудник и руководитель лаборатории

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, г. Москва, **в своем положительном отзыве**, подписанном **Завьяловым Петром Олеговичем**, доктором географических наук, членом-корреспондентом РАН, заместителем директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук и **Осадчиевым Александром Александровичем**, доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником Лаборатории взаимодействия океана с водами суши и антропогенных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, указала, что в диссертации имеются необходимые ссылки на авторов и источники заимствованных материалов, а также на научные публикации с участием соискателя. Автореферат диссертации в полной мере отражает ее содержание и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842. Диссертация «Суточные колебания температуры верхнего слоя Черного моря и их вклад в изменчивость вертикальной термической структуры вод» является завершенным научным исследованием, полностью соответствующем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Рубакина Валентина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17 – океанология.

Соискатель имеет 24 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 20 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих требованиям ВАК при Минобрнауки России, опубликовано 4 работы. В числе последних 3 работы в рецензируемых научных изданиях, входящих в наукометрическую базу Web of Science и 4 работы, входящих в наукометрическую базу SCOPUS.

В работах, опубликованных с соавторами, конкретный вклад диссертанта состоял в следующем. Соискатель принимала непосредственное участие в разработке планов исследований, в обработке и анализе расчетных данных, интерпретации результатов, формулировке основных выводов. Автором лично выполнена обработка и анализ данных дистанционного зондирования, контактных измерений и реанализов, проведено сопоставление данных дистанционного зондирования с контактными измерениями термодрифтеров и результатами численного моделирования. Также диссертантом определены условия формирования событий значительного и экстремального дневного прогрева, получена взаимосвязь величины перепада температуры в скин-слое с потоками тепла, полем ветра, относительной влажностью и температурой воздуха, определены закономерности распределения величины перепада температуры в скин-слое в различные месяцы года и суточная изменчивость этой величины в теплый период года. Лично соискателем проведен анализ распределения спектральной энергии суточных колебаний на основе результатов моделирования, выполнено исследование пространственных особенностей распределения суточных колебаний температуры для различных сезонов года на различных горизонтах.

Все требования к публикациям основных научных результатов диссертации, предусмотренные в п. 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, соблюдены, недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют.

Наиболее значительные работы:

1. **Rubakina V.A.** Seasonal Variability of the Diurnal Cycle of the Black Sea Surface Temperature from the SEVIRI Satellite Measurements / V.A. Rubakina, A.A. Kubryakov, S.V. Stanichny // *Physical Oceanography*, [e-journal]. – 2019. – V. 26, № 2. – P. 157–169. DOI: 10.22449/1573-160X-2019-2-157-169.
(**Рубакина В.А.** Сезонная изменчивость суточного хода температуры поверхностного слоя Черного моря по данным сканера SEVIRI / В.А. Рубакина,

А.А. Кубряков, С.В. Станичный // Морской гидрофизический журнал. – 2019. – Т. 35, № 2. – С. 171–184. – DOI: 10.22449/0233-7584-2019-2-171-184).

2. **Рубакина В.А.** Сезонный и суточный ход температуры вод Черного моря по данным термопрофилирующих дрейфующих буев / В.А. Рубакина, А.А. Кубряков, С.В. Станичный // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16, № 5. – С. 268–281. – DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-5-268-281.

3. **Rubakina V.A.** Seasonal and Diurnal Variability of the Thermal Skin Layer Characteristics Based on a Comparison of Satellite Measurements by SEVIRI and Data from Temperature-Profiling Drifters / V.A. Rubakina, A.A. Kubryakov, S.V. Stanichny // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. – 2021. – V. 57, № 9. – P. 950–961. DOI: 10.1134/S0001433821090607. (**Рубакина В.А.** Сезонная и суточная изменчивость характеристик термического скин-слоя на основе сопоставления спутниковых измерений SEVIRI и данных термопрофилирующих буев / В.А. Рубакина, А.А. Кубряков, С.В. Станичный // Исследования Земли из космоса. – 2021. – № 3. – С. 30–44. – DOI: 10.31857/S020596142102007X).

4. **Rubakina V.A.** Properties of the Vertical Distribution of Diurnal Temperature Variations in Different Seasons in the Black Sea Based on the NEMO Model Data / V.A. Rubakina, A.A. Kubryakov, S.V. Stanichny, A.I. Mizyik // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. – 2022. – V. 58, № 1. – P. 54–67. DOI: 10.1134/S000143382201011X. (**Рубакина В.А.** Особенности вертикального распределения суточного хода температуры в различные сезоны в Черном море на основе данных модели NEMO / В.А. Рубакина, А.А. Кубряков, С.В. Станичный, А.И. Мизюк // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. – 2022. – № 1. – С. 63–78. – DOI: 10.31857/S0002351522010114).

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов, все отзывы положительные. Отзывы поступили из:

1. Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет». Отзыв подписала директор института гидрологии и океанологии, кандидат физико-математических наук, доцент **Еремина Татьяна Рэмовна**. Отзыв положительный, без замечаний.

2. Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук». Отзыв подписал заместитель заведующего по научной работе отдела 220 «Радиофизические методы в гидрофизике», кандидат физико-математических наук **Капустин Иван Александрович**. Отзыв положительный, без замечаний.

3. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт космических исследований Российской академии наук. Отзыв подписал заведующий отделом «Исследования Земли из космоса», доктор физико-математических наук **Ермаков Дмитрий Михайлович**. Отзыв положительный, с замечаниями:

– замечание к автореферату связано с некоторой стилистической неоднородностью при формулировке положений, выносимых на защиту. Так, положения 1, 3 и 4 являются вполне законченными утверждениями, конкретизированными вплоть до количественных оценок или диапазонов значений параметров. Напротив, положения 2 и 5 смотрятся, скорее, как пункты плана работы: «Взаимосвязь амплитуды суточного хода температуры...», «Количественные зависимости термических характеристик...». Из этих формулировок не вполне понятно, что предлагается защищать: наличие взаимосвязи, метод ее исследования, новую форму ее аналитического описания, статистическое обобщение или, например, невозможность установить эту взаимосвязь с использованием выбранных инструментов и средств.

4. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук.

Отзыв подписал старший научный сотрудник Лаборатории взаимодействия атмосферы и океана, кандидат физико-математических наук **Чечин Дмитрий Геннадьевич**. Отзыв положительный, с замечаниями:

– в качестве небольшого замечания и пожелания на будущее хочется порекомендовать более подробный анализ и дополнительную верификацию интересных результатов, касающихся эффекта холодной пленки. Представляется, что выводы 1) о наличии теплой пленки в холодное время года, 2) о разрушении пленки за счет ночной конвекции в поверхностном слое, а также 3) о наибольшей величине перепада температуры в скин слое при высокой влажности воздуха (и малом потоке скрытого тепла) в теплое время года, на первый взгляд, не в полной мере согласуются с простыми физическими моделями холодной пленки, что может указывать на необходимость дополнительной верификации полученных результатов.

5. Санкт-Петербургского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук. Отзыв подписала научный сотрудник Лаборатории геофизических пограничных слоев, кандидат географических наук **Атаджанова Оксана Алишеровна**. Отзыв положительный, с замечаниями:

– в описании подраздела 1.2 автореферата желательно было бы упомянуть значение ветровых условий, ведущих к образованию барашков и пены на морской поверхности, как одну из причин, из-за которой имеет место отличие радиационной температуры морской поверхности от температуры верхнего слоя вод;

– сложно воспринимаются все рисунки, приведенные в автореферате из-за чрезвычайно мелких надписей и условных обозначений шкал;

– в разделе 3.1 не приведены хотя бы иллюстративно результаты сопоставления представленной модели ВКС и результатов исследования амплитуды суточного хода температуры по натурным данным.

6. Санкт-Петербургского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова

Российской академии наук. Отзыв подписал главный научный сотрудник, руководитель Лаборатории геофизических пограничных слоев, доктор географических наук, доцент **Зимин Алексей Вадимович**. Отзыв положительный, с замечаниями:

- в разделе 3.1 автореферата не полностью сделана экспликация формул 4 и 5;

- в разделе 3.2 автореферата при рассмотрении влияния скорости ветра и вертикальной компоненты скорости течений на амплитуды суточного хода температуры и толщину верхнего квазиоднородного слоя по модельным оценкам не упоминается о возможности сопоставления полученных результатов с данными наблюдений;

- требует пояснения корректность применения термина перепад температуры в скин-слое для описания разности данных, получаемых дистанционными и контактными методами, так как температура, получаемая ИК-сенсорами, формируется в тонком слое ($\sim 0,1$ мм). Она по своей природе является температурой скин-слоя, а температура с датчика дрейфера относится к слою 0–1 м и отражает собственно температуру поверхности моря или температуру верхнего квазиоднородного слоя. Разве их разность не описывает перепад температуры между скин-слоем и верхним квазиоднородным слоем?;

- в разделе 5.2 автореферата отмечается хорошее совпадение пространственно-временной изменчивости данных, полученных при расчетах по модели NEMO, и наблюдений амплитуды суточного хода температуры, однако не приведены хотя бы иллюстративно результаты подобных сопоставлений.

7. Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» Росгидромета. Отзыв подписал заведующий лабораторией гидродинамики прибрежной зоны, ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук **Григорьев Александр Валентинович**. Отзыв положительный, с замечанием:

– вызывает вопрос неосвещенности автором такого явления, как апвеллинг, оказывающем существенное влияние на температурные поля поверхности вод Черного моря в его прибрежных областях. В том числе на временных масштабах порядка суток. Возможно, это вызвано характером используемых натурных данных.

8. Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». Отзыв подписал старший научный сотрудник географического факультета, кандидат физико-математических наук Мысленков Станислав Александрович. Отзыв положительный с замечаниями:

– отсутствует четкое определение понятия «суточный ход». В тексте приведено следующее: «Суточный ход ТПМ определяется совместным действием трех факторов: солнечной радиацией, турбулентным перемешиванием и интенсивностью теплообмена между океаном и атмосферой.». Получается, что в данной формулировке суточный ход обусловлен дневным прогревом и ночным охлаждением. С другой стороны, исходя из методики в работе амплитуда суточного хода определяется как отклонение температуры от скользящего среднего (3-5 суток), значит в амплитуду суточного хода могут входить колебания температуры, вызванные любыми причинами – инерционные колебания, внутренние волны, приливы, адвекция и др. Если максимум температуры на поверхности наблюдается в 2 часа ночи – это суточный ход?

– обнаруженная амплитуда суточного хода в 5 градусов при помощи дрейфующего буя теоретически могла быть вызвана «адвекцией» или перемещением лагранжевой частицы, например, буй попал в вихрь с большим градиентом температуры или вышел из вихря. Считать ли такое изменение суточным ходом?

– в тексте приведено «Оценить перепад температуры в скин-слое на основе данных сканера SEVIRI и термодрифтеров» – в данной формулировке

получается, что по термодрифтерам оценивался скин-слой, хотя это на мой взгляд невозможно.

— в тексте приведено «однако ветровое перемешивание может распространять поглощенное тепло ниже, в толщу вод». На самом деле перемешивание обеспечивается коэффициентом вертикального турбулентного обмена, причина которого течение и ветровые волны (тоже течение, по сути, только орбитальные траектории). Даже при полном отсутствии ветра, при наличии сильного течения будет перемешивание и вертикальный обмен теплом.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью и признанным авторитетом в области дистанционных методов исследования в океанологии и наличием публикаций в высокорейтинговых рецензируемых изданиях по теме диссертации соискателя.

Диссертационный совет отмечает новизну представленных **результатов**, полученных на основе проведенных Рубакиной В.А. работ по исследованию суточного хода температуры в Черном море. Установлено, что наибольшая изменчивость суточного хода температуры в поверхностном слое Черного моря имеет место в весенне-летний период. В холодный период года температура на поверхности меньше, чем в ниже лежащих слоях.

Определено, что наибольшие амплитуды суточного хода температуры приходятся на весенне-летний период. В среднем, максимальные величины температуры и амплитуды суточного хода имеют место в юго-восточной части черноморского бассейна, где находится зона ветровой тени. События экстремального дневного прогрева с амплитудами суточного хода температуры 5–7°C формируются в условиях малой облачности при скоростях ветра до 5 м/с. Определена зависимость амплитуды суточного хода температуры от скорости ветра, потоков тепла, температуры воздуха, исследовано ее распределение в различные месяцы года для различных интервалов скоростей ветра.

Также в работе найдено частное аналитическое решение для нелинейной системы уравнений модели Крауса-Тернера при специальном выборе параметров атмосферного воздействия.

Впервые установлены количественные зависимости величины перепада температуры в скин-слое от различных гидрометеорологических факторов для района Черного моря, исследована суточная изменчивость перепада температуры в скин-слое. Определены условия существования выраженного скин-слоя, а также условия, в которых применима теория скин-слоя Саундерса для Черного моря. Установлены сезонные и пространственные особенности суточных колебаний температуры на различных горизонтах, глубина проникновения суточных колебаний, их интенсивность, связь с вертикальной компонентой скорости течений.

На основе численного моделирования в работе определена взаимосвязь суточного хода температуры с прогревом нижележащих слоев в весенний период, стратификацией и толщиной ВКС.

Теоретическая значимость результатов исследований.

Выполненный в работе сравнительный анализ данных, полученных прибором на геостационарной орбите SEVIRI, с контактными измерениями и результатами численного моделирования демонстрирует перспективные возможности использования данных этого сканера для исследования различных короткопериодных процессов и явлений в Черном море.

Определены условия возникновения событий значительного и экстремального дневного прогрева, а также закономерности формирования зон интенсивного дневного прогрева. В работе представлены результаты статистического анализа событий дневного прогрева на основе большого массива данных дистанционного зондирования и контактных измерений.

Практическая значимость результатов исследований.

Проведенное в работе исследование зависимости перепада температуры в скин-слое Черного моря от различных гидрометеорологических факторов и полученные численные зависимости могут быть использованы для коррекции

данных дистанционного зондирования и применяться в численных моделях. Определены условия применимости модели скин-слоя Саундерса в Черном море.

Оценка достоверности результатов исследования. Достоверность научных результатов подтверждается проведенной многосторонней валидацией используемых данных контактных и спутниковых измерений, а также результатов численного моделирования. Выполнен сравнительный анализ данных сканера SEVIRI и контактных измерений термодрифтеров, проведено сопоставление результатов расчета с использованием модели NEMO и данных сканера SEVIRI. Сравнительный анализ показал хорошее согласование сопоставляемых данных. Полученные результаты также согласуются с результатами исследований в других регионах, опубликованными в литературе.

В работе использовались статистически значимые ряды данных – массивы спутниковых и контактных измерений за многолетний период (данные сканера SEVIRI с 2005 по 2016 гг., результаты измерений термодрифтеров за 2005–2007, 2009, 2013–2014 гг.). Численные эксперименты проводились с использованием одномерной гидродинамической модели POM, валидация и широкая апробация которой выполнена в большом числе отечественных и зарубежных работ.

Личный вклад соискателя. Соискателем совместно с научным руководителем определена актуальность темы исследования, поставлена цель и сформулированы основные задачи. Диссертантом лично выполнен аналитический обзор имеющихся литературных данных о современных подходах к изучению суточного хода температуры поверхностного слоя вод.

Автор участвовала в планировании и выборе методов исследований, разработке программ обработки данных, подготовке текстов статей и полной обработке всех представленных в работе данных: спутниковых и контактных измерений, данных реанализов и результатов численного моделирования. Автор принимала участие в постановке и проведении численных экспериментов, а также в интерпретации полученных результатов.

Автором лично выполнен сравнительный анализ данных дистанционного зондирования и измерений термодрифтеров, а также валидация результатов расчета с использованием модели NEMO по спутниковым данным. Лично Рубакиной В.А. проведено исследование пространственных и сезонных особенностей суточного хода температуры, рассмотрена связь его амплитуды с различными гидрометеорологическими факторами, исследовано статистическое распределение событий дневного прогрева, выполнены расчеты с использованием модели POM.

Обобщение, анализ и интерпретация полученных результатов выполнены автором совместно с научным руководителем.

В диссертации отсутствует недобросовестное использование материала, полученного другими исследователями, без ссылки на автора или источники заимствования, а также результатов научных работ, выполненных соискателем в соавторстве, без ссылки на соавторов.

На заседании 31 марта 2023 года диссертационный совет принял решение присудить **Рубакиной Валентине Александровне** ученую степень **кандидата физико-математических наук**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности диссертации 1.6.17 – океанология, участвующих в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета 24.1.229.02
д. ф.-м. н., профессор, член-корреспондент РАН

Г.К. Коротаев

Ученый секретарь диссертационного совета 24.1.229.02
к. ф.-м. н., с. н. с.

Д.В. Алексеев

31 марта 2023 г.

