

СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета 24.1.170.01, созданного на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Мурманского морского биологического института Российской академии наук,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

от 26 декабря 2022 г., протокол № 115

Председательствующий: председатель диссертационного совета 24.1.170.01,
доктор биологических наук, профессор *П.Р. Макаревич*.

Секретарь: ученый секретарь диссертационного совета 24.1.170.01,
кандидат географических наук *И.С. Усягина*.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Защита диссертации *Коника Александра Александровича* «Изменчивость характеристик крупномасштабных фронтальных зон в Баренцевом и Карском морях в XXI веке» на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – «океанология».

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук *С.А. Лебедев*;
кандидат географических наук *Е.В. Сентябов*;

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН».

На заседании присутствовали следующие члены диссертационного совета 24.1.170.01:

1. *П.Р. Макаревич*, д.б.н., 25.00.28, профессор – *председатель диссертационного совета*;
2. *М.В. Макаров*, д.б.н., 25.00.28 – *заместитель председателя*;
3. *И.С. Усягина*, к.г.н., 25.00.28 – *секретарь диссертационного совета*;
4. *Г.М. Воскобойников*, д.б.н., 25.00.28, профессор;
5. *Л.И. Карамушко*, д.б.н., 25.00.28;
6. *А.А. Шавыкин*, д.г.н., 25.00.28;
7. *А.В. Зимин*, д.г.н., 25.00.28, доцент;
8. *Г.В. Ильин*, к.г.н., 25.00.28;
9. *С.В. Бердников*, д.г.н., 25.00.28, старший научный сотрудник;
10. *В.А. Даувальтер*, д.г.н., 25.00.28, профессор;
11. *Ю.В. Краснов*, д.б.н., 25.00.28;
12. *Н.В. Лебедева*, д.б.н., 25.00.28, профессор;
13. *Е.Г. Панова*, д.г.-м.н., 25.00.28, профессор;
14. *В.И. Рябушко*, д.б.н., 25.00.28, старший научный сотрудник;

15. *Б.Н. Кашулин*, д.б.н., 25.00.28, профессор;

16. *Н.Н. Филатов*, д.г.н. 25.00.28, профессор, член-корреспондент РАН.

На заседании присутствовал *официальный оппонент*: кандидат географических наук Е.В. Сентябов.

На заседании также присутствовали сотрудники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Мурманского морского биологического института Российской академии наук: к.г.н. Моисеев Д.В., Плаксина М.П., Носкович А.Э.

Макаревич П.Р. (*Председательствующий*): Коллеги, день добрый! Я всех приветствую на нашем очередном заседании диссертационного совета Мурманского морского биологического института по специальности «океанология». Я бы хотел попросить соблюдать все те правила, которые предусмотрены Положением по защите диссертаций. Я прошу, чтобы телефоны были отключены, во время заседания никто не покидал зал, не отключался с видеотрансляции. Будет технический перерыв, и мы тогда прервемся, чтобы у нас не было проблем с представлением документации в высшую аттестационную комиссию. Мы начнем процедуру, как это полагается под видеокамерой, я прошу всех присутствующих расписаться в ведомости, называя свою фамилию. Потом мы перейдем к членам спецсовета, которые присутствуют заочно, чтобы они представились и обозначили свое присутствие.

Присутствующие участники заседания подписываются в явочном листе, также секретарем ставится отметка о членах совета, присутствующих в удаленном интерактивном режиме.

Председательствующий и ученый секретарь подписывают явочный лист.

Макаревич П.Р. (*Председательствующий*): На основании явочного листа у нас на спецсовете присутствуют 16 человек, из них половина присутствует очно, и, в соответствии с Положением о диссертационном совете, правомочность заседания соблюдена. Более 2/3 от списочного состава присутствует, поэтому считаем наше заседание легитимным, и мы открываем наше заседание. Итак, объявляется защита диссертации Коники Александра Александровича на тему «Изменчивость характеристик крупномасштабных фронтальных зон в Баренцевом и Карском морях в XXI веке» на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – «океанология». Официальные оппоненты: Лебедев Сергей Анатольевич, доктор физико-математических наук (1.6.18), ведущий научный сотрудник Лаборатории геоинформатики и геомагнитных исследований Геофизического центра РАН; Сентябов Евгений Валерьевич, кандидат географических наук (1.6.17), старший научный сотрудник Лаборатории промысловой океанографии Полярного филиала ВНИРО. Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное

учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН».

По регламенту предоставляю слово ученому секретарю Усягиной Ирине Сергеевне.

Усягина И.С. (*ученый секретарь*): Зачитывает данные о соискателе по материалам личного дела. Сообщает, что соискатель Коник А.А. дал согласие на проведение заседания в удаленном интерактивном режиме 19.12.2022. Также было составлено ходатайство Председателя диссертационного совета директору Института о проведении заседания в удаленном интерактивном режиме. В ответ на ходатайство 20.12.2022 был издан приказ ФГБУН Мурманского морского биологического института Российской академии наук № 188-1252/10, разрешающий 26.12.2022 проведение защиты в удаленном интерактивном режиме. Заседание проводится согласно Приказу директора Института, регламент которого позволяет проводить защиту дистанционно. В диссертационный совет поступили заявления от членов диссертационного совета, которые не могут присутствовать лично, на дистанционное участие в заседании в удаленном интерактивном режиме. Заседание проводится согласно приказу Минобрнауки № 458 от 07.06.2021 «О внесении изменений в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.11.2017 г. № 1093», а также письма Министерства образования и науки Российской Федерации № МН-3/8539 от 28.10.2021 г. «О работе диссертационных советов в удаленном интерактивном режиме». Сообщает, что представленные соискателем документы соответствуют требованиям ВАК.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо. Слово предоставляется соискателю. По регламенту предоставляется не более 20 минут. Итак, прошу, Александр Александрович, озвучьте свой доклад.

Коник А.А.: Оглашает основное содержание диссертации:

Добрый день, уважаемые члены диссертационного совета! Я представляю доклад по теме «Изменчивость характеристик крупномасштабных фронтальных зон в Баренцевом и Карском морях в XXI веке» (слайд 1).

В последние десятилетия в Арктическом регионе (слайд 2) наблюдаются значительные климатические изменения, которые, прежде всего, связаны с уменьшением площади ледяного покрова, «атлантификацией» вод арктических морей и интенсификацией атмосферных переносов, что приводит к увеличению количества осадков. Такие климатические изменения должны находить отражение не только на характеристиках водных масс морей Арктики, но и на их границах - фронтальных зонах, которые имеют устойчивые связи с разномасштабными процессами и являются индикаторами климата.

Увеличение открытых ото льдов вод в то же время позволяет шире использовать многолетние накопленные архивы спутниковых измерений термохалинных характеристик и позволяет оценивать физико-географические особенности фронтальных зон за несколько десятилетий. Однако для таких данных обязательна валидация натурными наблюдениями. Кроме того, неоднородность распределения и малая величина поверхностного градиента термохалинных характеристик в Баренцевом и Карском морях требует совершенствования методов их определения. Стоит отметить, что фронтальные зоны являются важными в рамках исследования ресурсов арктических морей и также влияют на компоненты морских экосистем. В то же время, получение данных о физико-географических особенностях фронтальных зон является важной научной задачей, решение которой направлено на исследование механизмов образования и объемов трансформации гидрологической структуры вод. Основная гипотеза данного исследования следующая - характеристики основных фронтальных зон Баренцева и Карского морей трансформируются в условиях меняющегося климата.

В данном диссертационном исследовании (слайд 3) рассматриваются наиболее крупные фронтальные зоны Баренцева и Карского морей - это Стоковая, Полярная и Арктическая.

Стоковая фронтальная зона формируется в результате взаимодействия морских и речных вод в Карском море под воздействием поверхностного опреснённого слоя и его перемешивания с морскими водами. Последние исследования Завьялова П.О., Зацепина А.Г., Осадчиева А.А. показывают, что на внешней границе поверхностного опресненного слоя, образованного реками Обью и Енисеем, формируются отдельные высокоградиентные участки и фронтальные разделы по данным солености. Однако анализ таких высокоградиентных участков и фронтальных разделов, как совокупность, как отдельную гидрологическую структуру, Стоковую фронтальную зону никто ранее не исследовал.

Полярная фронтальная зона формируется в результате взаимодействия арктических и атлантических вод и исследуется уже более века. Последние исследования Ившина В.А., Ожигина В.К., Бартона Б.И., Озиэла Л. направлены на изучение её межгодовой изменчивости. В то же время, большинство этих исследований базируется на данных измерений подповерхностных горизонтов, в то время как наблюдающаяся «атлантификация» вод формирует все более ярко-выраженные проявления Полярной фронтальной зоны на поверхности, которые на многолетних интервалах никто не оценивал.

Арктическая фронтальная зона формируется в результате взаимодействия арктических вод и вод прикромочной ледовой зоны на севере Баренцева и Карского морей. Отдельные редкие исследования Родионова В.Б. и Костяного А.Г., Моисеева Д.В. и Жичкина

А.П. не дают комплексного представления об Арктической фронтальной зоне, как на многолетних временных интервалах, так и на значительных акваториях. Стоит даже отметить, что до настоящего времени нет даже уточненного названия фронтальной зоны.

Таким образом, на основе представленных предпосылок (слайд 4), была сформирована *цель* данной работы — формирование представлений об изменчивости основных физико-географических характеристик фронтальных зон Баренцева и Карского морей за первые два десятилетия XXI века в условиях современного меняющегося климата, и поставлены следующие *задачи*:

1. Проведение валидации данных дистанционного зондирования с помощью масштабных полигонных *in situ* измерений в Карском море.
2. Создание универсальной методики определения пространственного положения и количественных оценок поверхностных проявлений фронтальных зон в морях Арктики на основе объединения разнородных спутниковых данных.
3. Выделение поверхностных проявлений основных фронтальных зон Баренцева и Карского морей на основе многолетних дистанционных измерений и количественная оценка их изменчивости в условиях меняющегося климата за период с 2002 по 2020 гг.
4. Оценка связи параметров фронтальных зон с разномасштабными процессами в океане и атмосфере.

На основе поставленных задач были выдвинуты следующие *положения* (слайд 5):

1. Универсальная методика определения поверхностных проявлений фронтальных зон, основанная на применении кластерного анализа к интегрированным спутниковым данным и позволяющая детектировать их основные характеристики даже в отсутствии однородных градиентных зон.
2. Среднемноголетние и внутрисезонные количественные оценки характеристик Стоковой фронтальной зоны Карского моря, как самостоятельной гидрологической структуры. Величина градиента и площадь фронтальной зоны за безледный период второго десятилетия XXI века уменьшается (на $0,04$ °C/км и 100 тыс. км²).
3. Многолетняя изменчивость характеристик поверхностных проявлений Полярной фронтальной зоны в Баренцевом море. За теплый сезон второй декады XXI века величина градиента и площадь зоны уменьшается (на $0,02$ °C/км и 150 тыс. км²).
4. Среднемноголетние количественные оценки и пространственная изменчивость характеристик Арктической фронтальной зоны. Положение зоны за второе десятилетие XXI века смещается на 150 км на север.

В качестве исходных данных (слайд 6) для анализа фронтальных зон использовались спутниковые данные температуры, солёности и абсолютной динамической топографии.

Валидацию термохалинных характеристик вод проводили с помощью судовых наблюдений - широкомасштабной полигонной съемки, проводимой в Карском море в 2019 году.

В качестве дополнительных данных (слайд 7) для оценки связи фронтальных зон с процессами океана и атмосферы привлекались индексы атмосферной циркуляции, характеристики ветра, льда, речного стока, температуры и скорости течения для расчета потоков тепла и также данные радиолокационных изображений для анализа проявлений вихревых структур.

Итак, представляем результаты *по первому положению* (слайд 8), связанному с методом, разработанным для определения характеристик фронтальных зон. Здесь (слайд 9) представлена общая схема исследования. В начале исследования проводилась валидация спутниковых измерений. Проводился корреляционный и регрессионный анализ между рядами спутниковых и прямых измерений температуры и солёности, рассчитывалась аномалия и функция расхождения между судовыми и спутниковыми измерениями. Затем выполнялось применение универсального метода определения положений и характеристик фронтальных зон. Следом полученные характеристики сопоставлялись с разномасштабными процессами океана и атмосферы с помощью кросскорреляционного анализа с интервалом от 1 до 12 месяцев. Кроме того, анализировались поверхностные проявления вихревых структур в области изменчивости фронтальных зон. Здесь, конечно, я остановлюсь на новом разработанном методе определения положений и оценок фронтальных зон. Итак, в первую очередь выполнялся ввод и анализ наличия исходных данных. Если величина пропусков в исходных данных составляла более 20% , то эти данные далее не использовались. Затем выполнялся расчет горизонтальных градиентов и объединение этих градиентов с исходными данными. Далее полученный массив данных интерполировали на единую область с шагом $1/4^\circ$ и проводили стандартизацию этого массива данных. Итоговый массив данных разделяли на однородные по местоположению и времени группы с помощью двух методов кластерного анализа. Это был разведочный кластерный анализ. С помощью иерархического метода Уорда и дендрограмм определяли минимально возможное количество классов, которое принималось за оптимальное, на которое можно разделить исходные данные. Затем после того, как количество классов было определено по методу Уорда, оно использовалось в качестве априорных ограничений в методе k-means. Оптимальность же классификации метода k-means определяли с помощью следующих критериев: это географическая локализация классов и сопоставление оценок полученных характеристик вод с ранее опубликованными оценками в различных исследовательских работах с акцентом на класс, который соответствует фронтальной зоне. Затем выбирали этот класс и выводили его итоговые характеристики в зависимости от искомой фронтальной зоны и от наличия

исходных данных: температуры, солености, абсолютной динамической топографии и градиента. Кроме этого, рассчитывалась площадь фронтальной зоны как критерий области, характеризующий зону высокоградиентных участков.

На данном слайде (слайд 10) представлены результаты валидации спутниковых измерений. На рисунке а-б можно видеть, что спутниковые данные температуры и солености в целом воспроизводят термохалинные характеристики вод. Анализ линейной регрессии показывает, что коэффициенты детерминации довольно велики. Кроме того, в таблице 2 мы видим, что функция расхождения и аномалия между полями довольно мала, также коэффициент корреляции довольно высок. Это в целом дает нам решение о том, что эти данные можно использовать для анализа характеристик фронтальных зон.

Здесь (слайд 11) представлены результаты применения разработанного метода. В левом углу на рисунках а-в можно видеть дендрограммы Уорда с оптимальным количеством классов для каждой фронтальной зоны. На рисунке г представлена их географическая локализация, полученная по методу k-means, и внизу представлены оценки классов полученных вод как раз с акцентом на фронтальную зону. Здесь можно видеть, что у каждого класса, который соответствует фронтальной зоне, наблюдается максимальный градиент как основной критерий фронтальной зоны.

Результаты по второму положению (слайд 12), связанному со Стоковой фронтальной зоной.

Анализ многолетних физико-географических характеристик (слайд 13) позволил выявить среднее положение Стоковой фронтальной зоны в Карском море, которое характеризуется её средним положением от полуострова Ямал до архипелага Новая Земля и затем вдоль Сибирского побережья до 90° восточной долготы. Красным цветом обозначено среднее положение. В правом углу, на рисунках б, в, г представлены характеристики фронтальной зоны. Видно, что максимальная величина термохалинных градиентов наблюдается в июле, а максимальная величина площади - в сентябре.

Межгодовые оценки показали (слайд 14), что градиент температуры довольно неоднородный. Максимум наблюдается в 2013, 2002 годах. Средняя величина градиента уменьшается за второе десятилетие на 0,04°С/км. Площадь же фронтальной зоны характеризуется максимальными значениями в первое десятилетие, во второе десятилетие площадь в среднем уменьшается на 100 тысяч км².

Согласно феноменологическим представлениям (слайд 15), поверхностный опресненный слой, сформированный реками Обью и Енисеем, имеет три типа пространственной изменчивости: «западный», «восточный» и «центральный». Так как у нас Стоковая фронтальная зона формируется на внешней границе поверхностного опресненного слоя, был проведен точно такой же анализ на основе данных межгодовых и внутрисезонных

пространственных характеристик Стоковой фронтальной зоны и также получены несколько типов пространственной изменчивости. На рисунке а - западный, б - центральный, в - восточный. Чаще всего встречался восточный тип распространения Стоковой фронтальной зоны при величине ветра юго-западного направления 5-7 м/с. Однако кроме трех стандартных типов нам удалось выделить нестандартный тип пространственной изменчивости Стоковой фронтальной зоны, который характеризуется отделением опресненной линзы вод от устьевых участков - желтым цветом здесь это показано на рисунке г — и окружением этой опресненной линзы Стоковой фронтальной зоной. Такая ситуация наблюдается при скорости ветра менее 6 м/с.

Корреляционный анализ показал (слайд 16), что максимальная величина связи наблюдается с характеристиками площади льда в октябре и величиной температуры в Стоковой фронтальной зоне в июле. Предполагаемая связь здесь заключается в увеличении теплозапаса вод моря, сформированного в прошлый сезон, в результате объема льда накопившегося, затем при его таянии в следующем сезоне влияет на температуру в области Стоковой фронтальной зоны. Кроме того, нам удалось выявить статистически значимые связи Скандинавского колебания за зимний период и величины площади Стоковой фронтальной зоны за летний период. Также значимую связь Стоковой фронтальной зоны в сентябре и величиной речного стока Енисея в июле и августе.

Анализ вихревых структур (слайд 17) в области Стоковой фронтальной зоны показал, что максимальная величина проявлений у нас наблюдается в 2020 году. Реже всего вихревые структуры проявлялись в 2011 и 2016 годах. Стоит отметить, что ослабление градиентов температуры в области Стоковой фронтальной зоны приводит к усилению интенсивности бароклинной неустойчивости в поверхностном слое, что сказывается на увеличении проявлений вихревых структур в области фронтальной зоны

Результаты *по третьему положению* (слайд 18), связанному с *Полярной фронтальной зоной* в Баренцевом море.

Анализ многолетних физико-географических характеристик (слайд 19) позволил выделить среднее положение Полярной фронтальной зоны в Баренцевом море, которое характеризуется её распространением от архипелага Земли Франца Иосифа до острова Медвежий, затем вдоль 75° северной широты до архипелага Новая Земля. Красным цветом здесь представлено на картинке. На рисунке б-г у нас представлены характеристики вод. Видно, что градиенты в целом внутрисезонно не меняются значительно, а величина площади максимальная наблюдается в сентябре.

Анализ межгодовых оценок (слайд 20) показал, что максимальная величина градиентов температуры наблюдалась в 2003 и 2010 гг. При осреднении по десятилетиям

выявлено ослабление температурного градиента на $0,02^{\circ}\text{C}/\text{км}$. Величина площади максимальная фиксируется в первое десятилетие, максимумы — это 2007, 2008, 2009 гг.. В целом, за второе десятилетие площадь сократилась на 150 тысяч км^2 .

Анализ корреляционных связей (слайд 21) показал нам, что максимальная связь между потоком тепла, поступающим с Норвежского моря, и величиной площади фронтальной зоны была отмечена в июле и августе. Здесь предполагается, что изменение адвекции увеличивает количество проявлений Полярной фронтальной зоны, что, в итоге, сказывается на увеличении её площади. Кроме того, есть связь индексов зимнего Скандинавского колебания с величиной градиентов температуры Полярной фронтальной зоны за летний период.

Здесь представлены вихревые структуры (слайд 22) в Полярной фронтальной зоне. Максимальное количество вихрей обнаружено в 2009 г., реже всего вихри детектировались в 2007 г.. Предполагается, что максимальное вихреобразование связано с малыми значениями градиента температуры, который увеличивает развитие бароклинной неустойчивости в Полярной фронтальной зоне.

Результаты *по четвертому положению* (слайд 23), связанному с Арктической фронтальной зоной.

Анализ многолетних физико-географических характеристик (слайд 24) здесь также позволил выявить среднее положение Арктической фронтальной зоны, которое характеризуется её распространением вдоль 80° северной широты. Градиенты температуры в целом стабильны в августе и сентябре, максимальная величина площади наблюдается в августе.

Анализ межгодовых оценок (слайд 25) показал, что наблюдаются отдельные максимумы как по градиентам — это 2009, 2016 гг, так и по площади Арктической фронтальной зоны — это 2013, 2017, 2004 гг. В целом, при осреднении по десятилетиям величина оценок не менялась и соответствовала средним многолетним значениям. Однако пространственное положение характеризуется значительным смещением Арктической фронтальной зоны на север в область открытых вод Северного Ледовитого океана в среднем на 150 км.

Анализ корреляционных связей (слайд 26) характеристик Арктической фронтальной зоны с разномасштабными процессами океана и атмосферы показал, что максимальный коэффициент корреляции наблюдается с величиной площади льда за октябрь месяц и величиной температуры в Арктической фронтальной зоне в сентябре. Здесь, также, как и в Стоковой фронтальной зоне, предполагается, что площадь образовавшихся льдов формирует определенный теплозапас вод моря, который вследствие таяния льда в следующий сезон

может влиять на температуру. Кроме того, наблюдается связь Североатлантического колебания за зимний период с величиной температуры за летний период в Арктической фронтальной зоне.

Итак, в рамках данного диссертационного исследования (слайд 27):

1. Создана универсальная методика, основанная на кластерном анализе, для определения характеристик поверхностных проявлений фронтальных зон.
2. Выполнена валидация современных спутниковых данных по температуре и солености с помощью крупномасштабной полигонной съемки Карского моря.
3. Получены количественные оценки физико-географических характеристик на внутрисезонном и межгодовом интервалах Стоковой, Полярной и Арктической фронтальных зон Баренцева и Карского морей в течение двух десятилетий XXI века.
4. Установлена связь площади льда, речного стока Енисея и Скандинавского колебания с характеристиками Стоковой фронтальной зоны; адвекции тепла с Норвежского моря и Скандинавского колебания с характеристиками Полярной фронтальной зоны; площадью, сплоченностью льдов и Североатлантического колебания с характеристиками Арктической фронтальной зоны.
5. Получены количественные оценки связи частоты детектирования проявлений субмезомасштабных вихревых структур с изменчивостью характеристик фронтальных зон на многолетнем временном интервале.

В качестве практической и теоретической значимости исследования стоит отметить, что полученные результаты позволяют расширить представления о пространственной изменчивости фронтальных зон на акватории морей Арктики, что может быть использовано в интересах развития глобальных моделей климата, изучении причин и следствий региональных климатических изменений, экологических и биологических исследований. Полученные параметры фронтальных зон могут быть использованы при поиске зон повышенной биопродуктивности и планировании морских гидрологических работ.

На данном слайде (слайд 28) представлен личный вклад автора. Результаты диссертационной работы были апробированы как на международных, так и на всероссийских конференциях.

В рамках диссертационного исследования (слайд 29) было выполнено 7 публикаций, которые отмечены как в диссертации, так и в автореферате. Однако здесь ещё представлены две публикации синим цветом, которые уже вышли после принятия диссертации к рассмотрению. Анализ фронтальных зон Баренцева и Карского морей выполнялся в рамках грантов РФФИ.

Хотелось бы поблагодарить (слайд 30) научного руководителя Зими́на Алексея

Вадимовича за терпение и помощь на всех этапах выполнения диссертации, директора Санкт-Петербургского филиала, член-корреспондента, доктора технических наук Родионова Анатолия Александровича за ценные советы во время написания диссертации, коллег: Атадажнову Оксану Алишеровну и Исаева Алексея Владимировича за помощь в обработке данных и обсуждения, и также Педченко Андрей Петровича за предоставление полигонных измерений в Карском море.

Спасибо за внимание!

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо большое, Александр Александрович! По нашему регламенту прошу задавать вопросы. Я напоминаю, что вопросы могут задавать не только члены спецсовета, но и все присутствующие на заседании спецсовета как в зале, так и в интерактивном дистанционном режиме. Прошу задавать вопросы.

Воскобойников Ю.М.: В названии Вашей диссертации написано «Изменчивость характеристик крупномасштабных фронтальных зон в Баренцевом и Карском морях в XXI веке». В цели работы у Вас написано о формировании представлений за первые два десятилетия XXI века. Что дальше в XXI веке может происходить? У Вас этого нет. И можно второй вопрос. Я бы хотел услышать, как вы понимаете термин «декада»?

Кониц А.А.: Термин декада понимаю как «десятилетие». В названии XXI век присутствует, потому что в XXI веке стали проявляться наиболее ярко выраженные климатические изменения. Прежде всего, это изменение площади ледяного покрова, которое мы наблюдаем прямо сейчас. Поэтому хотелось поставить XXI век в название и выразить, что именно за эти два десятилетия XXI века выделяются эти климатические изменения. Это не только площадь ледяного покрова, это и «атлантификация» вод и общее потепление, которое отражается, в первую очередь, на Баренцевом море. В этом, собственно, и состояла цель добавления в название XXI век.

Воскобойников Ю.М.: Я ожидал, что там будет прогноз на оставшийся XXI век.

Кониц А.А.: На самом деле, полученные коэффициенты в дальнейшем позволяют создать статистическую модель прогноза характеристик фронтальных зон. Этого в данной работе мы не успели сделать, но я уверен, что мы доделаем, и у нас будет модель, основанная на характеристиках. Например, зная аномалии атмосферы — индексы, речной сток и площадь льда, можно будет прогнозировать параметры фронтальных зон.

Воскобойников Ю.М.: Спасибо большое!

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо, коллеги, еще вопросы. Да, Елена Геннадьевна.

Панова Е.Г.: Каким образом морские региональные течения оказывают влияние на

характеристики, структуру, положение выделенных зон?

Кони́к А.А.: Анализ морских течений в данной работе мы не рассматривали. Но расчет потока тепла был как раз основан на скорости течений и температуре и показал значимую статистическую связь с величиной площади Полярной фронтальной зоны. Конечно, течения оказывают влияние на характеристики Полярной фронтальной зоны. Однако в рамках диссертационной работы также у нас проводился анализ динамической топографии, и мы отдельно выделяли по каждому характеристикам фронтальные зоны в самом начале работы. Мы их не интегрировали, не объединяли, а выделяли каждую фронтальную зону по отдельности. У нас получалось так, что максимальная величина абсолютной динамической топографии была больше привязана к течениям, нежели к фронтальным зонам. В результате мы градиенты динамической топографии убрали и оставили только абсолютные значения. А так да, течения, конечно, оказывают очень весомый вклад, в первую очередь, на Полярную фронтальную зону, в изменение её характеристик. Это неоднократно указывалось в различных работах. Здесь же мы попытались дать оценки характеристик Полярной фронтальной зоны анализируя только поверхностный слой.

Панова Е.Г.: Спасибо, благодарю Вас!

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо! Геннадий Васильевич, прошу!

Ильин Г.В.: Можно вернуться на слайд 17, где располагается картинка Полярной фронтальной зоны? Вас не смущает, что на востоке ПФЗ размыта на $\frac{1}{4}$ акватории моря и является ли это Полярной фронтальной зоной?

Кони́к А.А.: Это очень интересный вопрос, спасибо большое! На самом деле мы над этим очень долго бились, потому что согласно общим представлениям, очень хорошо Полярная фронтальная зона детектируется от арх. ЗФИ и до острова Медвежий и далее до $25-30^\circ$ восточной долготы. Что с ней происходит дальше - указывается в очень редких и отдельных работах. Наш анализ, основанный и подтвержденный, в том числе, статистическими критериями, показал, что да, действительно, её сезонная изменчивость варьировала именно в таком спектре положений. Единственное, что здесь хотелось бы отметить, что в книге Родионова В.Б. и Костяного А.Г., которая посвящена морям Северо-Европейского бассейна, выделяют отдельные фронтальные зоны очень малого масштаба. Здесь же представлено, что Полярная фронтальная зона - это комплекс этих фронтальных зон, объединённых в одну единую крупномасштабную систему. Отдельные высокоградиентные участки, которые очень часто разрознены в Баренцевом море и их сложно интерпретировать и проанализировать - относятся они к Полярной фронтальной

зоне или не относятся? Данный анализ показал, что, да, действительно, вот эта область – это сгруппированные фронты и единый крупномасштабный объект. И поэтому нет, не смущает.

Ильин Г.В.: Просто ваш выбранный и конкретный анализ показывает, что вроде бы это Полярная фронтальная зона. Хотя у других исследователей, которые работают здесь, эта область не выделяется как фронтальная зона. Может быть, стоило рассмотреть это как район новообразования водных масс?

Коник А.А.: Здесь ещё тоже вопрос. А на каких данных основано такое представление? Потому что, опять же, чаще анализируют подповерхностные горизонты и Полярная фронтальная зона прежде всего выделяется на глубинах, а не на поверхности. Здесь же процессы «атлантификации», увеличение температуры и проявлений, которые наблюдаются в Баренцевом море, отражаются на градиенте фронтальной зоны. Высокоградиентные участки все больше проявляются и соотносятся с тем, что, согласно полученному анализу и разработанной методике, подкрепленной статистическими критериями, фронтальная зона имеет такой большой пространственный масштаб.

Макаревич П.Р. (председательствующий): Хорошо, спасибо! Да, Анатолий Александрович!

Шавыкин А.А.: Вы говорите о поверхностном слое, до какой глубины учитывается градиент? Самый поверхностный слой или сколько-то метров?

Коник А.А.: Нет, речь идет о самом поверхностном слое. У нас работа построена на данных спутниковых измерений, которые проходили валидацию прямыми измерениями солености и температуры.

Шавыкин А.А.: Если я правильно помню, спутниковые данные — это температура поверхностного слоя, даже самой поверхности. И тогда вы говорите о фронтальной зоне собственно поверхностности, а не поверхностного слоя?

Коник А.А.: Да, поверхностных проявлений. Там есть такой термин.

Шавыкин А.А.: Соотношение используемых в работе спутниковых и судовых данных какое?

Коник А.А.: Возможно, я как-то некорректно объяснил. Судовые данные не использовались для анализа фронтальных зон. Судовые данные использовались только для проведения валидации температуры и солености. Вся работа построена исключительно на спутниковых данных, на анализе поверхностных проявлений.

Шавыкин А.А.: Спутниковые измерения – это тонкий поверхностный слой, сама поверхность! А судовые данные – это, по крайней мере, полметра. Это как?

Коник А.А.: В судовых данных брался интервал от 0 до 1 метра, данные

усреднялись и сопоставлялись с данными спутниковых измерений.

Шавыкин А.А.: А насколько это корректно?

Коник А.А.: Судя по полученным в работе критериям получается, что корректно. Аномалия между спутниковыми и судовыми данными маленькая, функция расхождения между спутниковыми и судовыми данными маленькая, коэффициенты корреляции большие, коэффициенты детерминации, полученные в рамках регрессионного анализа тоже велики. Поэтому, да, мы считаем, что спутниковые данные соответствуют термохалинному распределению характеристик вод, которое наблюдается в море.

Бердников С.В.: Добрый день! У меня серия вопросов. Что вы понимаете под «валидацией»?

Коник А.А.: Под термином «валидация» подразумевается соответствие характеристик термохалинных с характеристиками спутниковых данных. Соответствие данных.

Бердников С.В.: Правильно ли я понимаю, что под термином «валидация» вы понимаете, что для отдельных точек вы взяли данные наблюдений судовых для поверхности и спутниковые значения в этой же точке и построили таблицу, провели регрессионный анализ, убедились, что все значения имеют высокий коэффициент детерминации и назвали это «валидацией»?

Коник А.А.: Не только это, была еще рассчитана аномалия и функция расхождения, и корреляционный анализ был проведен. То есть ряд статистических параметров. Не на одном параметре, а на целом ряду параметров, чтобы избежать неправильной интерпретации.

Бердников С.В.: Понял. А остатки полученной модели вы не анализировали, когда вы вычитаете из полученных значений исходные значения?

Коник А.А.: Вы имеет в виду доверительный интервал?

Бердников С.В.: Есть ещё такое — изучают остатки модели. Не смещены ли они в сторону, не имеют ли дисбалансы, нет ли там бимодального распределения?

Коник А.А.: Нет, такие оценки мы не приводили.

Бердников С.В.: Тогда скажите, пожалуйста, как я понимаю «валидацию» в Вашем понимании этого слова, Вы проводили для района влияния пресных вод Оби и Енисея в Карском море. Изучали градиенты солености и температуры и потом Вы разработанную универсальную схему применяли уже для Баренцева моря, где градиенты солености вообще трудно иногда определить инструментально, я правильно понимаю? Без проверки каких-то дополнительных судовых наблюдений?

Коник А.А.: В данной работе не представлено проведение «валидации» в

Баренцевом море. Такой же вопрос задавали и при анализе авторефератов оппонентами и рецензентами. У нас есть работа 2020 г., в которой на основе полигонной съемки в Баренцевом море в юго-западной части вблизи острова Кильдин показано, что характеристики в целом можно использовать для анализа поверхностного слоя. Данные этой полигонной съемки в работу мы не добавляли по одной простой причине - она очень далеко находится от фронтальной зоны.

Бердников С.В.: Правильно ли я понял, что вы защищаете диссертацию в Мурманском морском биологическом институте, который ежегодно проводит значительные рейсы, пересекая Полярный фронт неоднократно и выполняя там полевые наблюдения, и вы не использовали эти данные, чтобы проверить, насколько Ваш универсальный алгоритм годится для идентификации Полярного фронта?

Коник А.А.: Здесь тоже можно сказать несколько слов. Чтобы провести качественную валидацию, на которую можно опираться, нужна широкомасштабная и проводимая в очень короткие сроки полигонная съемка. Если мы берем лишь меридиональные разрезы, то они нам не позволяют анализировать пространственную изменчивость всей фронтальной зоны. Если мы берем полигонную съемку, которая проводилась месяц, два и более, то очень сложно брать спутниковые данные за такой же период и как-то их сопоставлять с данными полевых наблюдений. Поэтому для такой качественной валидации нужна полигонная съемка, которая проводилась быстро, она охватывает все море, как, собственно, представлено в примере для Карского моря. Полигонная съемка проводилась за 13 суток и, в целом, характеризует изменчивость термохалинных характеристик вод сразу на всем море.

Бердников С.В.: Спасибо, эти вопросы касались методики. Теперь у меня есть утверждение. Я считаю, что вы рассматриваете области, в которых градиент температуры и солености высокий, при этом оконтуриваете с помощью кластерного анализа и называете её фронтальной зоной.

Коник А.А.: Да, поверхностными проявлениями фронтальной зоны.

Бердников С.В.: Вы доходите до области высоких градиентов и говорите, что это поверхностные проявления фронтальной зоны?

Коник А.А.: Да, все верно.

Бердников С.В.: Теперь у меня такой вопрос. Вы говорили, что вы проводили кросскорреляционный анализ. Как вы это делали?

Коник А.А.: Характеристики вначале брались месяц в месяц. Вот, например, есть индексы атмосферной циркуляции и есть величина градиента температуры. Делается расчет — нет коэффициента корреляции, не значим. Значит, начинаем сдвигать. Сначала на один

месяц, потом на второй, потом на третий и далее.

Бердников С.В.: Спасибо, я понял. Скажите, пожалуйста, берем Полярную фронтальную зону, которую вы нарисовали и у которой в восточной части, ближе к Новой Земле очень широкая область. В чем же трансформация происходит за вот этот период, который вы рассматриваете этой самой Полярной зоны. В чем её трансформация?

Коник А.А.: Во-первых, в её сезонной изменчивости. Она в целом характеризуется стабильностью в западной части Баренцева моря. В восточной части моря она имеет очень широкую пространственную изменчивость, которая характеризуется особой динамикой в восточной части Баренцева моря от 73° до 76° северной широты. Анализ межгодовых характеристик показал, что градиент ослабевает, площадь уменьшается и как раз зона трансформируется под этими процессами, которые мы наблюдаем, прежде всего, это «атлантификация» вод. Она трансформируется, она меняется, меняется её положение и это, в любом случае, отражается как на гидрологических характеристиках, так и на экологии, и на биологии моря.

Бердников С.В.: Давайте не будем, Вы об этом не говорили. Скажите, площадь её Вы показываете как многолетнюю изменчивость. И каждый год наблюдали её положение (площади). Почему на ваших сезонных графиках вы не отразили дисперсию и не провели статистический анализ, на который вы все время напираете. Почему не посмотрели, нет ли там какой-то статистической незначимости площади Полярной фронтальной зоны?

Коник А.А.: Дисперсионный анализ для характеристик мы не проводили.

Бердников С.В.: Спасибо! Теперь на счет Стоковой фронтальной зоны. Насколько я понимаю, вы выделили три типа её расположения и один ещё необычный. У вас там примерно 18 лет наблюдений. Если из 18 лет наблюдений выкинуть необычный тип, сколько у вас количественно будет распределение типов по годам?

Коник А.А.: Десять лет встречался восточный тип, пять лет центральный и где-то 3-4 раза западный тип.

Бердников С.В.: Когда как вам удалось, если у них такое разное расположение, оценить такую точную площадь её уменьшения? Как вы эти три типа плюс аномальный сравнивали, чтобы доказать, что она уменьшилась? Или в каждом типе она уменьшилась?

Коник А.А.: Были разные типы пространственной изменчивости в первое десятилетие и это изменение не влияло на величину её площади, она примерно оставалась в одинаковой занимаемой области. Затем во втором десятилетии её площадь начала сокращаться. Да, это наблюдалось на всех типах пространственной изменчивости.

Бердников С.В.: Спасибо, у меня все.

Филатов Н.Н.: Спасибо большое за доклад по диссертации. Вопрос небольшой. Как

вы оценивали динамическую топографию?

Коник А.А.: Этот анализ проводился в рамках разработанного универсального метода. В самом начале диссертационного исследования, когда мы только начинали работу, мы пытались проводить анализ фронтальных зон по отдельным характеристикам. Это температура, соленость, уровень. Но потом, проанализировав результаты и узнав о методах кластерного анализа, решили, что объединение этих характеристик даст более адекватную оценку положений и характеристик фронтальных зон. Данный метод позволяет использовать не только оценки абсолютной динамической топографии, можно использовать коэффициент обратного рассеяния, можно использовать величину хлорофилла. Это лишь одна из характеристик, которая использовалась при анализе для получения разных геофизических оценок фронтальных зон.

Филатов Н.Н.: Спасибо!

Макаревич П.Р. (председательствующий): У меня к вам тоже есть вопрос. Вы показываете, что Арктическая фронтальная зона существует всего два месяца август и сентябрь. Но ведь прикромочное таяние льда начинается гораздо раньше, уже в мае месяце. А в июне там уже идут процессы, связанные с биологическими эффектами. Так почему все-таки указано только два месяца?

Коник А.А.: Здесь мы, к сожалению, упираемся в технические возможности, связанные с использованием спутниковых измерений. Если вернуться к схеме, то там видно, что есть блок, связанный с отсутствием и пропусками данных. При малом количестве данных кластерный анализ ведет себя несколько хуже, а адекватность получаемых оценок уменьшается. Именно поэтому в анализе использовались август и сентябрь как наиболее оптимальные месяцы для спутникового мониторинга.

Макаревич П.Р. (председательствующий): Понятно, коллеги, ещё вопросы!

Карамушко Л.И.: Есть океанические и динамические фронты. Классификация таких фронтов различается? И к какому типу относятся ваши три фронтальные зоны.

Коник А.А.: Эти фронтальные зоны относятся к океаническим, потому что их генезис связан с изменением термохалинных характеристик - температура, соленость, изменение тепломассопереноса.

Карамушко Л.И.: А какую фронтальную зону можно отнести к открытой динамической системе?

Коник А.А.: Полярная фронтальная зона ближе всего относится к данному термину, потому что интенсивность течений в Баренцевом море гораздо выше, чем в Карском море. Затоки, поступающие с Норвежского моря, больше влияют на формирование Полярной фронтальной зоны. В Карском море такого не наблюдается. Здесь тоже надо понимать, что

мы говорим о поверхностном слое, а не о всей толще вод и такая интерпретация неоднозначная. Если бы у нас были бы суточные измерения спутниковые, полигонные измерения внутри фронтальной зоны, и мы её знали и по вертикали, и по горизонтали, то тогда можно было бы это проанализировать. А имея лишь данные о поверхности отнести её к такому термину однозначно нельзя.

Ильин Г.В.: У Вас в названии звучит изменчивость характеристик, а в докладе прослушали только какие-то площадные оценки и перемещение границ этих фронтальных зон. Однако, мы не услышали, как меняются сами характеристики – температура, соленость, как менялся градиент? И ещё один вопрос - если брать XXI век, то он был довольно сложным. Там был период холодный, а после 70-ых годов теплый? И как-то это сочетается с вашими характеристиками?

Коник А.А.: Конечно, температура меняется. В автореферате указано, что увеличивается температура в Полярной фронтальной зоне. К сожалению, ввиду ограниченности доклада, все результаты, которые получились, их сложно как-то представить в одной презентации. В диссертации все временные разрезы представлены и анализ для каждой картинки там приведен. Установлено, что температура в Полярной фронтальной зоне увеличивается, зоны смещаются. Что касается доклада, то градиенты и площадь фронтальной зоны представлены в докладе, потому что, согласно Фёдорову К.Н., основной критерий фронтальной зоны — это градиент. Поэтому прежде всего мы опираемся на этот критерий. Что касается второго вопроса, здесь мы опираемся на площадь ледяного покрова — в первом десятилетии площадь льда была, в целом, в порядке, затем наблюдалось его постепенно уменьшение. Одномоментной связи не наблюдается морях, однако, за прошедшие 20 лет отклики усиливаются. И те же процессы «атлантификации» и уменьшения площади льдов уже отражаются на отдельных конкретных явлениях, а не на гидрологии моря целиком. Поэтому, считаю, что XXI век должен стоять в названии, потому что первые два десятилетия получились очень нестандартными.

Макаревич П.Р. (председательствующий): Хорошо, спасибо! Еще вопросы есть? Если нет, тогда предлагаю закончить с вопросами и мы переходим к следующему пункту повестки — это отзыв научного руководителя, доктора географических наук, главного научного сотрудника Лаборатории геофизических пограничных слоев Санкт-Петербургского филиала Института океанологии им. П.П. Ширшова. Прошу Вас!

Зимин А.В. (научный руководитель): Добрый день, уважаемые коллеги! Александр пришёл в Институт океанологии 2016 году ещё студентом-практикантом и на нынешний момент он продолжает там работать уже в должности младшего научного сотрудника. За это время он получил диплом магистра и аспиранта, и все эти годы активно занимался научной

работой. Это хорошо было видно из его выступления, когда он представил список из 9 работ. Пожалуй, это уже близко к докторской, а не к кандидатской. На исследование нас мотивировали наблюдающееся уменьшение ледяного покрова и появление новых спутниковых данных. Это породило возможность проверить гипотезу — как такие изменения отражаются на характеристиках фронтальных зон. К сожалению, когда мы начинали работу, было много обращений ко всем нашим коллегам с просьбой дать данные и даже не буду перечислять все институты, куда мы обращались. В результате, откликнулись только коллеги из ВНИРО и дали нам такую уникальную съёмку. Это всё, что нам удалось получить в рамках диссертационного исследования. Это не вина соискателя, когда было высказано предположение, что надо шире использовать данные наблюдений. К сожалению, это наша общая беда, связанная с тем, что нам надо лучше взаимодействовать друг с другом и обмениваться данными и это подтолкнёт наше развитие науки. Александр Александрович активно занимался данной работой не 3 года, как положено диссертанту, а практически 6 лет. Его исследования активно поддерживаются грантовой деятельностью — был получен индивидуальный грант на одно из лучших фундаментальных исследований аспиранта. Также я бы хотел сказать, что он является состоявшимся специалистом в области экспериментальной океанологии и готов к проведению самостоятельных исследований. Его диссертация имеет законченный характер и полностью соответствует всем требованиям к специальности «океанология» и на мой взгляд может быть рекомендована к защите. Спасибо!

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо Алексей Вадимович! Далее мы должны заслушать заключение организации, где выполнялось диссертационная работа, отзыв ведущей организации и поступившие в диссертационный совет отзывы на диссертацию и автореферат. Слово предоставляется ученому секретарю.

Ученый секретарь зачитывает документы.

Усягина И.С. (*ученый секретарь*): Зачитывает заключение организации, где выполнялась диссертационная работа (**текст заключения прилагается**). Сообщает, что в диссертационный совет поступило заключение Санкт-Петербургского филиала Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, в котором была оценена выполненная соискателем работа, удостоверено личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, а также определена степень достоверности проведенных исследований и указана научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Диссертация «Изменчивость характеристик крупномасштабных фронтальных зон Баренцева и Карского морей» Коники Александра Александровича рекомендована к защите на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – «океанология».

Заключение принято на заседании Учёного совета Санкт-Петербургского филиала ИО РАН им. П.П. Ширшова. Присутствовало на заседании всего 26 человек. При проведении голосования Учёный совет в количестве 15 человек из утвержденных 20 проголосовал: «за» – 15 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 10 от 27 сентября 2022 г.

Усягина И.С. (*ученый секретарь*): Далее сообщает, что в диссертационный совет на диссертацию А.А. Коника поступил *положительный отзыв ведущей организации* и зачитывает этот отзыв (**текст отзыва прилагается**).

Усягина И.С. (*ученый секретарь*): Теперь, я сделаю обзор критических замечаний из других отзывов на автореферат. *Зачитывает критические замечания* (**тексты отзывов прилагаются**).

На диссертацию и автореферат всего поступило 9 положительных отзывов, из них 2 отзыва без замечаний:

1. *Бужин И.В.*, к.г.н., старший научный сотрудник Лаборатории «Арктик-шельф» ФГБУ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт;
2. *Толстиков А.В.*, к.г.н., руководитель Лаборатории географии и гидрологии, старший научный сотрудник Института водных проблем Севера КарНЦ РАН.

Далее зачитывает критические замечания:

Аверкиев А.С., д.г.н., доцент, профессор кафедры Прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и комплексного управления прибрежными зонами ФГБОУ ВО Российского государственного гидрометеорологического университета отмечает, что на стр. 7 в разделе «Научная новизна...» и в анализе результатов (стр. 19) упомянут объем стока только Енисея, а не вместе со стоком Оби, в данных, использованных в исследовании, упоминается сток обеих рек, влияние стока реки Оби не менее важно для положения фронтальных зон в Карском море; на стр. 10 описание алгоритма ввода данных – процедура очевидна и не требует словесного описания; отмечены несколько грамматических ошибок и пропусков букв и слов (стр. 13, 17 и др.); в Заклучении стоило бы проанализировать согласованность (или отметить различия) в изменчивости положений и тенденций трех фронтальных зон.

Башмачников И.Л., к.г.н., директор Фонда «Нансен Центр» считает, что положения 2 и 3, выносимые на защиту, сформулированы неудачно.

Густоев Д.В., к.г.н., доцент Кафедры прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и комплексного управления прибрежными зонами, института гидрологии и океанологии ФГБОУ ВО Российского государственного гидрометеорологического университета полагает, что расчётную часть работы можно было усилить добавлением в автореферат в качестве примера одной из дендрограмм, на основании которых проводилась

классификация фронтальных зон.

Макутас А.П., д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Отдела взаимодействия океана и атмосферы ФГБУ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт просит дать пояснения к заголовкам таблиц «Средние многолетние и средние за весь период исследования (2002–2020)», а также к предложению «Межгодовая изменчивость площади Стоковой фронтальной зоны (СФЗ) характеризуется её сокращением на 150 тыс. км² за второе десятилетие XXI века». Что сокращается, изменчивость или площадь? Автор отзыва считает, что некорректно использование термина «тренд» в предложениях «Анализ межгодовой изменчивости температуры поверхности моря (ТПМ) показал, что более низкие температуры отмечаются с 2003 по 2010 гг., а после 2010 г., наоборот, виден тренд на потепление, величина которого может достигать 0,5–1,0°C.».

Трофимов А.Г., к.г.н., ведущий научный сотрудник Лаборатории промысловой океанографии центра экологического мониторинга Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО»; *Ившин В.А.*, к.г.н., старший научный сотрудник Лаборатории промысловой океанографии центра экологического мониторинга Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» дали следующие замечания: 1) частое употребление автором слов-аналогов, заимствованных из английского языка, например, «валидация» вместо «проверка», «детектирование» вместо «обнаружение» и т.п.; при сравнении спутниковых данных с данными съемки в качестве синонимов используются термины «валидация» и «верификация», которые по смыслу не совсем равнозначны; 2) требует пояснений фраза на стр. 13: «Межгодовая изменчивость количественных оценок ТПМ ... соответствует годовому ходу температур в Карском море: минимальные значения наблюдаются осенью, а максимальные - летом». Годовой ход - это сезонная изменчивость, поэтому не понятно, как межгодовая изменчивость может соответствовать сезонной. С какой именно температурой в Карском море сравнивается ТПМ? И разве минимальная температура воды отмечается не в зимний период? 3) фраза на стр. 15 «Температура и соленость вод отражают общую тенденцию годового хода с максимумом в июле-августе» вызывает вопросы: каким образом температура и соленость отражают свой собственный годовой ход, точнее его тенденцию? По имеющимся литературным данным, максимум температуры в Баренцевом море наблюдается в августе-сентябре, тогда как для солености максимум отмечается в самые холодные месяцы (март-апрель), а минимум - в самые теплые (август-сентябрь). Возможно, обнаруженный максимум солености в июле-августе обусловлен методикой расчета средней солености для фронтальной зоны? Учитывалось ли при осреднении параметра, что его значения в разных узлах регулярной сетки имеют разный вес, поскольку площадь (в км²) одной и той же

трапеции, например, $1/4^\circ$ по широте и $1/4^\circ$ по долготе, на 72° с.ш. в 1,5 раза больше, чем на 78° с.ш.? Также для солености в Баренцевом море вклад межгодовых изменений в ее общую изменчивость достаточно велик и находится на уровне сезонных изменений, а то и превосходит их, что тоже могло повлиять на результаты выделения экстремумов солености; 4) нет расшифровки сокращений САК, ВАК, ВАК/ЗР, СК и ПК, что затрудняет восприятие информации в тех местах, где они упоминаются; 5) автор указывает, что «тренд на потепление в Полярной фронтальной зоне (ПФЗ) может достигать $0,5-1,0^\circ\text{C}$ », требуется уточнить: эта оценка приводится за год или за десятилетие?

Иванов В.В., д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Кафедры океанологии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова указывает, что в формулировке первого положения, выносимого на защиту (стр. 7), отсутствует защищаемое утверждение. Следовало бы начать это положение со слов: «Разработана и применена» и далее по тексту. В формулировке остальных положений, выносимых на защиту, первые фразы (с констатацией того, о чем повествует данное положение), являются излишними, так как в каждом положении должно содержаться только утверждение, которое защищается соискателем на основе результатов выполненного им исследования.

Глуховец Д.И., к.ф.-м.н., руководитель Лаборатории оптики океана ИО РАН отмечает, что: 1) нельзя согласиться с фразами «В настоящее время для определения положения фронтальных зон в Карском море чаще всего используются нерегулярные судовые измерения, гораздо реже применяют спутниковые данные температуры или хлорофилла-а» и «Отсутствуют сведения о том, где, по данным регулярных многолетних наблюдений, прослеживается СФЗ, какая у зоны внутригодовая и межгодовая пространственная изменчивость и каковы количественные оценки её характеристик», так как регулярные экспедиционные исследования акватории Карского моря, в частности работы на границе поверхностного опресненного слоя, ежегодно проводятся Институтом океанологии РАН, начиная с 2013 г., результаты исследований внутригодовой и межгодовой пространственной изменчивости поверхностного опресненного слоя за 2013–2018 гг., полученные на основе совместного использования судовых и спутниковых данных, представлены в работе (Glukhovets and Goldin, Oceanologia, 2020); 2) из текста автореферата не ясно, в чем заключается уникальность гидрологической структуры прикромочной ледовой зоны Баренцева и Карского морей; 3) выносимые на защиту положения сформулированы как заголовки, что затрудняет понимание защищаемых результатов; 4) неточная фраза: «Температура поверхности моря (ТПМ) спутников Aqua и Suomi NPP VIIRS...». VIIRS – это один из приборов, установленных на спутнике Suomi

NPP; 5) подпись к рисунку 4 содержит фразу: «Черной линией указано положение кромки ледяного покрова», однако, на этом рисунке представлено три одинаковых черных линии.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо, Ирина Сергеевна! Далее по регламенту мы должны заслушать ответы по замечаниям. Александр Александрович может ответить на все критические замечания до или после выступления оппонентов. Как Вам будет удобнее отвечать?

Коник А.А.: Я хотел бы ответить после выступления оппонентов.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Хорошо, тогда отзыв первого оппонента, д.ф.-м.н., Лебедева Сергея Анатольевича зачитает Ирина Сергеевна из-за его отсутствия на заседании.

Усягина И.С. (*ученый секретарь*): *Зачитывает отзыв первого оппонента д.ф.-м.н. Лебедева С.А. (отзыв положительный, текст отзыва прилагается).*

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо большое! Следующий оппонент. Слово предоставляется кандидату географических наук Сентябову Евгению Валерьевичу.

Сентябов Е.В. (*второй оппонент*): Уважаемые коллеги, тот отзыв, который находится на сайте диссертационного совета и в бумажном виде лежит здесь, представлен на 5 страницах. Есть ли обязательная необходимость зачитывать его целиком, потому как актуальность, степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации, научная новизна, вклад автора, теоретическая и практическая значимость исследования, а также краткое содержание диссертации и оценка её завершенности в принципе повторяет информативную часть - то, что уже было высказано в отзыве ведущей организации и первого оппонента. Может быть, я сразу перейду к замечаниям?

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Да, конечно, это возможно.

Сентябов Е.В. (*второй оппонент*): Хорошо. Скажу сразу, что диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации, но есть ряд *замечаний*:

1. Во-первых, самое больше замечание при чтении непосредственно текста диссертации, что он изобилует помарками, опечатками и свидетельствует о невнимательности автора при работе над текстом. Однако, при подготовке автореферата, и теперь, как мы услышали, доклада, многие из этих замечаний были уже устранены.
2. В самой диссертации на рисунках 2.4 и 2.5 перепутаны названия кластеров, относящихся к баренцевоморским водам и внешней границей поверхностного

опресненного слоя на одном рисунке и арктическим и атлантическим водам – на другом, хотя в таблицах со статистическими характеристиками этих кластеров и описаниях названия уже правильные.

3. В главе 3 на рисунке 3.1 диссертации визуализация результатов расчета линейной регрессии между спутниковыми и *in situ* измерениями температуры и солености никак не демонстрирует того, что представленные в диссертации коэффициенты детерминации (R^2) составляют 0,98-0,99, описывая, обычно линейную зависимость, а, судя по представленным разбросам значений на графиках, не превышают 0,8.
4. Возникает вопрос к автору, почему он для верификации спутниковых данных использовал только данные одного рейса в Карском море при анализе Стоковой фронтальной зоны, тогда как для верификации данных, позволяющих описать Полярную фронтальную зону, можно использовать судовые регулярные наблюдения, выполняемые в Баренцевом море ежегодно различными мореведческими организациями гораздо более часто, чем однократный «полигон». Этот вопрос задавался сегодня не раз и на него научный руководитель, кажется, уже ответил.
5. При описании рисунка 3.7 баренцевоморские воды в Карском море занимают не юго-восточную часть моря, что в корне не верно, ведь они точно занимают юго-западную часть моря.
6. При длине рядов данных, используемых в работе 2002-2020 гг. (19 лет) при 95 %-ном уровне значимыми являются коэффициенты корреляции не меньше 0,45 (а про 95 %-ный уровень специально упомянуто на стр. 47). Упомянутые в работе коэффициенты, равные 0,44 и меньше (как на стр. 79 для ПФЗ и стр. 93 для АФЗ), хоть и указывают на существование корреляционной связи вообще, не являются значимыми, значит, согласно фразе на стр. 47, не должны упоминаться в работе.
7. В списке литературы отмечены неоднократные помарки и вольные обращения с сокращениями и знаками препинания.
8. Как диссертационная работа, так и реферат, перегружены сокращениями, что затрудняет восприятие написанного.

Приведенные выше недостатки несколько снижают научный уровень работы, но не ставят под сомнение научную новизну и не затрагивают значимость полученных результатов в ходе диссертационного исследования.

На основе вышесказанного можно сделать вывод о том, что диссертационное исследование полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а сам автор, Коник Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 -

океанология. Спасибо!

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо, Евгений Валерьевич! Согласно процедуре, я предлагаю Александру Александровичу ответить на отзывы и указанные замечания.

Коник А.А. Хорошо.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Александр Александрович, просят технологический перерыв. Вы не против?

Коник А.А. Нет, конечно.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Что ж, тогда объявляется технический перерыв 5 минут. В 13:05 продолжим.

Технический перерыв.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Коллеги, мы закончили технический перерыв и продолжаем наше заседание. Слово Александру Александровичу.

Коник А.А. Начнём с ответов к замечаниям *первого оппонента* д.ф.-м.н. Лебедева С.А..

Первое замечание - *использование в названии «XXI век», в результате чего сложилось впечатление об отсутствии спутниковых измерений в XX веке.*

Ответ: Я уже об этом говорил. Данный акцент был сделан из-за того, что появились новые качественные и высокоразрешающие спутниковые измерения и стали заметны климатические изменения, в первую очередь, выраженные в уменьшении площади ледяного покрова.

Второе замечание - *путаница в терминологии названий спутниковых измерений Aqua и Suomi NPP VIIRS, поля солёности спутника NASA SMAP и поля аномалий уровня базы AVISO.*

Ответ: Во «Введении» были кратко указаны основные данные. Более подробное описание исходных данных представлено в главе 2.

Третье замечание - *некорректно сформулировано четвертое положение новизны работы.*

Ответ: Мне хотелось в одном емком предложении учесть все факторы, которые влияют на фронтальные зоны. Да, получилось несколько некорректно. В итоговой презентации к каждой фронтальной зоне были представлены различные факторы.

Четвертое замечание *об отсутствии описания методов кластерного анализа в первом положении.*

Ответ: Кластерный анализ в данном случае использовался лишь как способ, основной метод был целый - это использование спутниковых данных, применение методов

кластерного анализа и получение характеристик. И кластерный анализ не является здесь новизной, поэтому смысла его как-то ярко выразить в положении не было.

Пятое замечание - требуется пояснение, к какому морю относится четвертое положение, выносимое на защиту.

Ответ: Четвертое положение относится и к Баренцеву, и к Карскому морю. Здесь стоит отметить, что Арктическая фронтальная зона является крупным географическим объектом и выделяется в целом на акватории различных морей. Приписывать её к какому-то конкретному морю было несколько некорректно.

Шестое замечание о корректности интерпретации проводимой валидации в Карском море на анализ характеристик в Баренцевом море.

Ответ: На слайде представлена схема полигона, который исследовали в 2018 г. в Баренцевом море. И на основе данных этого полигона мы опирались на то, что спутниковые данные хорошо воспроизводят характеристики вод Баренцева моря.

Седьмое замечание, связанное с отсутствием описания функции *gridata*.

Ответ: Как работает эта функция представлено на слайде. Она преобразует поверхность вида z , затем аппроксимирует эту поверхность в точках, определённых векторами и спутниковыми данными и после используется линейная интерполяция, которая принята в программном пакете Matlab по умолчанию.

Восьмое замечание об использовании слова «интеграция» и данных аномалий уровня.

Ответ: Под словом «интегральные» подразумевается «объединенные», данный термин использовался в качестве синонима. В диссертационной работе применялись только данные абсолютной динамической топографии.

Девятое замечание, связанное с вопросом, зачем проводился анализ вихревых структур и почему не сделано никаких гипотез?

Ответ: Проявлениям вихревых структур в диссертационной работе уделяется отдельная глава, они являются малоизученными и представляют несомненный интерес в качестве «индикаторов» динамики внутри фронтальной зоны. По результатам исследования удалось определить, что встречаемость проявлений зависит от величины поверхностного горизонтального градиента температуры, который при его уменьшении может увеличивать развитие бароклинной неустойчивости.

Кониц А.А. Теперь ответ на замечания второго оппонента к.г.н. Сентябова Е.В. Сначала хотел бы сказать, что всеми замечаниями во всех отзывах, связанными с лингвистическими и стилистическими ошибками и помарками, не очень удачными терминами и выражениями, согласен.

Первое замечание о неправильном указании положения баренцевоморских вод.

Ответ: данное замечание было исправлено на слайдах в итоговой презентации.

Второе замечание по *расчету коэффициента детерминации при построении линейной регрессии.*

Ответ: Мы произвели его пересчет. Был некорректно установлено пересечение тренда, поэтому получились такие огромные коэффициенты детерминации - 0,9. На данном слайде и в итоговой презентации представлены корректные коэффициенты детерминации.

Третье замечание об *использовании данных, полученных только в Карском море, почему не применяли результаты других судовых измерений?*

Ответ: По поводу данных. Это технические аспекты и проблемы: необходимость малого пространственного шага между станциями; необходимость широкомасштабной полигонной съемки; значительная пространственная изменчивость Полярной фронтальной зоны. И административные аспекты - это, конечно, запрос и получение исходных данных. Я тоже повторю слова своего научного руководителя, что мы готовы к сотрудничеству и готовы обмениваться данными и делать анализ наших морей интересней.

Четвертое замечание - *некорректное указание коэффициентов корреляции.*

Ответ: Да, действительно, в тексте было указано, что они не используются ниже 95%-ого уровня значимости. Однако хотелось выделить все связи, а в итоговых выводах представлены только значимые коэффициенты корреляции.

Кони́к А.А. Ответы на замечания в отзыве *ведущей организации.*

Первое замечание - *что подразумевает автор под физико-географическими методами?*

Ответ: В работе использованы традиционные методы исследования:
-сравнительно-описательный - метод, дающий общую оценку состояния и изменчивости объекта и предмета исследования;
-экспедиционный метод, относящийся к проведению валидации спутниковых измерений;
-и также новейшие методы исследования в физической географии - это космическая съемка как метод анализа поверхности океана, все эти три метода относятся к физико-географическим.

Второе замечание - *по какому критерию определяли границы и площади фронтальных зон?*

Ответ: Определение класса объединенных данных, полученных в рамках проведенной кластеризации и соответствующего фронтальной зоне, выполнялось с помощью следующих критериев: максимальная величина градиента и его географическая локализация между районами с резко отличающимися гидрологическими характеристиками вод.

Третье замечание - *пояснения к терминам «всесезонный» и «внутрисезонный».*

Ответ: «всесезонный» - речь идет про ледовый покров в Карском море, при употреблении термина «всесезонный» подразумевалось, что лед в течение всего года наблюдается в Карском море; под «внутрисезонными» оценками подразумевается изменение оценок внутри сезона.

Четвертое замечание - *что имеется ввиду при употреблении термина «Параметры» в подписях к рисункам 3.4, 3.6., 4.3, 5.3? Значения ТПМ, СПМ и их градиентов, значения площади для разных месяцев и лет?*

Ответ: Под термином «Параметры» подразумевалось использование термина «Характеристики», который описывал изменчивость количественных оценок фронтальных зон. Эти два термина являются синонимами.

Пятое замечание *об отсутствии доверительных интервалов на рисунках.*

Ответ: Доверительные интервалы были нанесены в итоговой презентации.

Шестое замечание *о сезонной изменчивости Стоковой фронтальной зоны.*

Ответ: Здесь хотелось бы опять отметить, что большинство работ описывают поверхностный опресненный слой. Отдельные работы описывают наличие фронтальных разделов и отдельных высокоградиентных участков. В диссертационной работе представлена пространственная изменчивость Стоковой фронтальной зоны как отдельной гидрологической структуры. И никто ранее такую работу не проводил. Поэтому это важно было учитывать и описывать в работе.

Седьмое замечание - *в таблицах 3.2, 4.1., 5.1. приводятся средние по всей площади величины ТПМ, СПМ и их градиентов или максимальные значения?*

Ответ: В данных таблицах приводятся средние по всей площади характеристики фронтальных зон. Не максимальные значения, а средние характеристики.

Восьмое замечание - *по каким данным построена общая схема климатических и локальных фронтальных зон Баренцева и Карского морей в теплый период года?*

Ответ: Данная карта была интегральной, построенной на основе анализа множества работ (Pavlov and Pfirman, 1995; Ginsburg and Fedorov, 1989; Родионов и Костяной, 1998; Våge et al., 2014; Kubryakov et al., 2016; Завьялов и др., 2015; Oziel et al., 2016; Моисеев и Жичкин, 2017; Atadzhanova et al., 2018; Barton et al., 2018,2020; Ivshin et al., 2019; Polukhin et al., 2019; Brenner et al., 2020; Osadchiev et al.,2020, 2021, 2022), которые были представлены на слайде 62. Мною была предпринята попытка описания положений для понятной визуализации. Чтобы обозначить, что где находится.

Коники А.А. Теперь переходим к отзыву *Аверкиева А. С.* Первое замечание — *в разделе «Научная новизна...» и в анализе результатов упомянут объем стока только*

Енисей, а не вместе со стоком Оби.

Ответ: Как я уже говорил, мы рассчитывали множество коэффициентов корреляции и с разными параметрами, в том числе, с объединенным стоком и со стоком Енисей, и со стоком Оби. И получили в результате только коэффициент со стоком Енисей. Здесь, вероятно, отсутствие связи между стоком Оби и характеристиками фронтальной зоны связано с тем, что, во-первых, Обская губа достаточно вытянутая и не позволяет водам сразу попадать в Карское море. Во-вторых, у стока Енисей почти двухкратное превышение объема вод, поступающих в Карское море. И расстояние между измерениями стока и итоговым попаданием вод между Салехардом и Игаркой разное. Разница составляет почти 200 км и надо понимать, что лаг по времени будет больше. В дальнейших исследованиях синоптической изменчивости мы будем более подробно рассматривать этот аспект.

Второе замечание по *описанию алгоритма ввода данных.*

Ответ: Данный пункт необходим, так как он является частью цикла работы с исходными данными.

Третье замечание - *в Заключении стоило бы проанализировать согласованность (или отметить различия) в изменчивости положений и тенденций трех фронтальных зон.*

Ответ: В итоговом выводе в автореферате даны результаты сравнения «сформированные представления показывают, что глобальные климатические изменения отражаются на характеристиках фронтальных зон: они смещаются в северном направлении, градиент ТПМ в них ослабевает, а площади сокращаются».

Кониц А.А. Отвечает на замечания *Баимачникова И. Л., Иванова В. В. и Глуховца Д. И.* к формулировке *защищаемых положений.*

Я хочу сказать о том, что в представленных к защите положениях указан полученный в рамках проведения диссертационного исследования краткий результат научной деятельности. В первом положении представлен универсальный метод для определения характеристик фронтальных зон, новизна которого заключается в использовании объединенных данных спутниковых измерений и применению к ним двух разных алгоритмов кластерного анализа. Подробный разбор разработанного метода (общая схема метода, пошаговое описание) представлено в главе 2, раздел 2.4. текста диссертационного исследования и автореферата. Остальные три положения как раз раскрывают новые географические аспекты исследования - впервые полученные оценки характеристик фронтальных зон разного генезиса и их изменчивости на многолетних временных интервалах, чего ранее не выполнялось. Все полученные результаты по данным положениям подробно раскрываются в главах 3-5 текста диссертации и автореферата. Таким образом, выносимые на защиту положения обладают новизной, соответствуют

названию диссертации и четко формулируют результат, имеющий собственное научное объяснение и обоснование.

Кони́к А.А. По поводу замечания *Густоева Д.В.* по поводу *отсутствия дендрограмм в автореферате.*

Ответ: Дендрограммы не добавляли, потому что основные дендрограммы представлены в главе 2. Хотелось бы больше времени в автореферате уделить схеме разработанного метода.

Кони́к А.А. По поводу отзыва *Макитаса А. П.*

Первое замечание о *межгодовой изменчивости Стоковой фронтальной зоны. Что сокращается, изменчивость или площадь? Дать пояснения к заголовкам таблиц «Средние многолетние и средние за весь период исследования (2002–2020)».*

Ответ: в предложении, связанном с межгодовой изменчивостью Стоковой фронтальной зоны, подразумевалось сокращение площади Стоковой фронтальной зоны за второе десятилетие XXI века. В таблице «Средние многолетние и средние за весь период исследования (2002–2020)» приведена средняя за весь период исследования (с 2002 по 2020 гг.) величина площади Стоковой фронтальной зоны.

Второе замечание о *некорректном использовании термина «тренд».*

Ответ: термин «тренд» использовался нами как обозначение «основной тенденции изменения чего-либо». В конкретном предложении - основной тенденцией изменения температуры во втором десятилетии в области Полярной фронтальной зоны является её увеличение в среднем на 0,5–1,0 °С.

Кони́к А.А. По поводу отзыва *Ившина В.А.* и *Трофимова А.Г.*

Первое замечание - *частое употребление заимствований и некорректное использованием термина «валидация» и «верификация».*

Ответ: С замечаниями по поводу заимствований согласен. Хочу отметить, что, согласно ГОСТ Р ИСО 9000–2008, термины определяются следующим образом: «Валидация - подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования выполнены», а «Верификация - подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены». То есть, в целом, согласно ГОСТ Р ИСО 9000–2008, они не слишком различаются. Валидация представляется более всеобъемлющим и показательным процессом, поэтому она используется в крупных главах, задачах, в исходных данных. Верификация чаще встречается в тексте диссертации внутри глав.

Второе и третье замечания о *некорректности описания изменчивости максимумов и минимумов температуры и солености.*

Ответ: Да, конечно, это техническая ошибка. Имело ввиду следующее: «Внутрисезонная изменчивость количественных оценок температуры соответствует сезонному ходу». И с соленостью тоже самое. Температура и соленость вод отражает общую тенденцию сезонного хода. По поводу отмеченного максимума солености, он внутрисезонный, а не годовой, ни в коем случае. Соленость в Баренцевом море зимой выше, чем летом. Расчет градиентов проводился с учетом площади ячейки расчетной области.

Четвертое замечание - *отсутствие расшифровок САК, ВАК, ВАК/ЗР, СК и ПК.*

Ответ: Согласен с замечанием.

Пятое замечание - *за какой период отмечается тренд изменения температуры в Полярной фронтальной зоне?*

Ответ: Тренд отмечается за десятилетие.

Кониц А.А. И последние ответы на замечания в отзыве Глуховца Д.И.

Первое замечание, *связанное с неиспользованием судовых измерений ИО РАН и данных о поверхностном опресненном слое (Glukhovets and Goldin, Oceanologia, 2020) для определения границ Стоковой фронтальной зоны.*

Ответ: Судовые наблюдения выполнялись ежегодно, но в разные месяцы (август (1 раз), сентябрь (4 раза), октябрь (1 раз)), что не позволяет оценить большую по пространству и имеющую значительную динамику Стоковую фронтальную зону. Действительно, работа (Glukhovets and Goldin, Oceanologia, 2020) была направлена на исследование границы поверхностного опресненного слоя и базируется на данных спутниковых и судовых наблюдений. Однако данное исследование нельзя отнести к Стоковой фронтальной зоне, а скорее к анализу поверхностного опресненного слоя по нескольким критериям, так как в этой работе не оценивают фронтальную зону, связанную с поверхностным опресненным слоем, в которой, согласно (Федоров К.Н., 1983), пространственные градиенты термодинамических характеристик значительно обострены по сравнению с их средним распределением. В исследовании (Glukhovets and Goldin, Oceanologia, 2020) делается лишь пространственный анализ, выделяются только границы поверхностного опресненного слоя на основе величины коэффициента поглощения, который верифицируется судовыми измерениями. Пространственную изменчивость всей Стоковой фронтальной зоны, которая является довольно большим по площади объектом и является отдельной гидрологической структурой не оценивали. Также отсутствуют количественные оценки термохалинных характеристик и их градиентов, что является основным требованием к определению фронтальной зоны исследований. Таким образом, результаты, полученные в рамках защищаемой диссертации сравнивать с результатами работы (Glukhovets and Goldin,

Oceanologia, 2020) некорректно.

Второе замечание об *уникальной гидрологической структуре прикромочной ледовой зоны*.

Ответ: Она заключается в том, что в результате таяния льдов вблизи кромки ледяного покрова образуется фронтальная зона за счет взаимодействия с более тёплыми арктическими водами. Площадь льдов сокращается, поэтому данная зона является наиболее ярким индикатором климатических изменений, что делает её гидрологическую структуру уникальным объектом исследования, который меняется в режиме реального времени.

Третье замечание - *к какому месяцу относятся линии кромки ледяного покрова на рисунке 4 в автореферате?*

Ответ: Черная линия на рисунке обозначает область, соответствующую фронтальной зоне за указанный в легенде период.

На этом все!

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо, Александр Александрович! Коллеги, я предлагаю приступить к дискуссии. Прошу высказываться коротко, по сути, и ясно. Кто начнет? Да, Сергей Владимирович, пожалуйста!

Бердников С.В.: Я тут много вопросов задавал, поэтому должен что-то сказать. Я буду голосовать «за» и призываю всех голосовать - и председателя диссертационного совета Мурманского Морского биологического института, что он принял эту диссертацию к защите и очень правильно сделал. Автор проделал большую полезную работу, особенно в направлении применения современных спутниковых технологий для океанографических исследований. Много понимает в своей работе, самостоятельный, много вопросов и замечаний, значит, работа интересная. Далее я буду выражать свою точку зрения, так как мне, как эксперту, не очень высокий балл надо ставить, но я попробую. Автор предложил алгоритм для выявления поверхностных проявлений фронтальных зон. И не стал бы я называть этот алгоритм универсальным. Есть высказывание: «Все модели неправильные, но некоторые полезные». Вот этот алгоритм, он полезный и, если посмотреть на первое положение, которое автор сформулировал, я бы написал, что он разработал методику и далее по тексту у него идёт фраза, что «...позволяющая детектировать их основные характеристики...», не понятно, к чему относится «их»? К фронтальным зонам или их основным характеристикам? Это надо, чтобы он отметил себе. Я бы не хотел задавать вопрос, конечно, верификации и валидации далее, учитывая, что они звучали неоднократно. Но, видимо, у Александра Александровича большая путаница в голове относительно этих понятий, при этом он ещё и ссылается на ГОСТ. По идее, он разработал алгоритм, который определяет параметры, методы, какие-то подходы. И этот метод необходимо применять на основе этих полигонных исследований, которые должны быть подробные в определённые

временные интервалы и в отсутствие облачности. Но проверить его, верифицировать, этот алгоритм, можно было вполне успешно на данных судовых наблюдений, определив вероятное положение области фронтальной зоны, а потом посмотреть, как эта область совпадает с той областью, которую люди находят на основе спутниковых поверхностных наблюдений, Но валидация - это такой метод и подход, когда вы предсказываете что-то, а потом едете в то место, где вы предсказали, а там находится эта фронтальная зона. Вот это разница. Поэтому я бы здесь говорил, что соискатель определяет области, в которых наиболее вероятно может находиться фронтальная зона на основе именно поверхностных проявлений, а не о фронтальных зонах. И тогда все его формулировки, которые он приводит во втором, третьем и четвертом положении, вполне корректны и подходят. У меня возник еще один вопрос, я его не задал, но очень интересно. Почему области проявлений фронтальных зон сокращаются на столько тысяч квадратных километров? Сток Енисея вроде не менялся и по климатическим прогнозам будет увеличиваться. Возможно, это влияние водных влияний каких-то водных масс, которые приходят из Баренцева моря? Это интересный вопрос, на который нет ответа в этой работе, но в будущем он будет нужен. Что касается применения данного подхода к Баренцеву морю, то я бы пока не спешил применять его без детальной проверки этого алгоритма. На этом я заканчиваю своё выступление. Ещё раз подчеркиваю, что я буду голосовать «за» и всех призываю голосовать «за». Спасибо!

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо, Сергей Владимирович! Кто ещё хотел бы свое мнение высказать в дискуссии? Да, Геннадий Васильевич!

Ильин Г.В.: В целом работа мне понравилась. Конечно, много там замечаний. В частности, не убедительно прозвучало с Полярной фронтальной зоной на востоке Баренцева моря. Ещё и Агеноров В.К. и Новицкий В.П. отмечали, что это зона наибольшей трансформации баренцевоморских вод, особенно в летний период. Поэтому, все-таки эту область называть Полярной фронтальной зоной надо было бы с осторожностью, особенно по такому показателю как температура поверхности моря. Все-таки фронтальная зона - это взаимодействие водных масс, которое является не плоским образованием, а объемным. Зато хорошо порадовало меня исследование фронтальных зон в Карском море. Действительно, мало было уделено внимания и сейчас этот вопрос автором проработан и, я думаю, что неплохо, потому как то, что он показывал, по крайней мере по Стоковой фронтальной зоне, оно, в целом, совпадает с теми представлениями, которые сложились из работ предыдущих авторов и со времен походов «Отто Шмидта» гидрометеорологического ледокола. В общем-то, в целом, все хорошо совпадает и то, что конкретизировано положение Стоковой фронтальной зоны - это очень хорошо. Немного напрягла динамика Арктической

фронтальной зоны, возможно, потому что не полностью использован тот материал, который есть по судовым наблюдениям и охватил очень короткий период. И сами статистические методы, они все-таки статистические, а не прямого наблюдения и здесь возможна ошибка и ошибка существенная. Но, тем не менее, какие-то новые представления об этой зоне автор дал. И да, хотел отметить, что все отмечают, что работа закончена. Это для науки как-то страшно звучит. Тут ещё работать и работать. На самом деле работа целостная, и я думаю, что для защиты диссертации достаточно было бы какого-то одного объекта: либо Полярная фронтальная зона, либо фронтальные зоны Карского моря. В целом, я согласен, что автор достоин присуждения степени кандидата географических наук.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо, Геннадий Васильевич! Кто-то ещё хотел бы высказать свое мнение? Да, Николай Николаевич!

Филатов Н.Н.: Я с удовольствием ознакомился с диссертацией, с авторефератом, слышал дважды доклады Александра Александровича и мне очень понравилось. Человек готов и занимается серьёзно научной работой. Да, замечание, конечно, есть, которые сегодня высказывались и ранее высказывались. Мне очень понравились ответы на вопросы, уверенно, по сути, по делу отвечает на вопросы. Я не буду долго сейчас говорить, поскольку, в принципе, передо мной уже все сказали. Я считаю, что работа соответствует требованиям ВАК по кандидатским диссертациям, автор выполнил лично научную работу, провел полевые работы, анализ выполнил самостоятельно. Человек умеет работать самостоятельно - это видно. Удивляет даже количество публикаций за такое короткое время, но это надо, видимо, ещё добрые слова сказать руководителю. Поэтому спасибо большое вам за вашу работу, успехов вам желаю, и буду голосовать «за». Спасибо!

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо, Николай Николаевич! Кто-то ещё хотел бы сказать?

Воскобойников Г.М.: Я совершенно согласен с выступающими товарищами. Самое главное, по-моему, это то, что диссертант прекрасно знает свой материал, действительно, видно, что он не раз его уже обсуждал на разных собраниях как следует и обсуждал, готовя публикации. Это чувствуется. И я только один небольшой вопрос задавал — это замечание, связанное с названием работы, что там присутствует XXI век и на основании двух десятилетий говорить о таком не корректно. Все впереди. Я тоже буду голосовать «за» и всех призываю!

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Спасибо, Григорий Михайлович! Если нет больше желающих выступить, то я очень коротко, два слова. Ко всему, что сказано, я присоединяюсь, ко всем положительным отзывам. Хорошая работа, прекрасный доклад. Я как биолог, который непосредственно связан с работой во фронтальных зонах, в общем

могу сказать, что это действительно серьезное подспорье в понимании тех процессов, которые нам, биопродукционщикам, ясны в этих фронтальных зонах. И эта работа поможет детализировать наши исследования в понимании тех проблем, которые стоят перед морскими биологами. Спасибо! Я тоже буду голосовать только «за», у меня только самые положительные впечатления о работе.

На этом мы заканчиваем дискуссию, и я представляю короткое заключительное слово диссертанту Конику Александру Александровичу.

Коник А.А.: Спасибо большое диссертационному совету за всю ту работу, которую мы провели за последние несколько месяцев. Благодарю каждого, кто работал, кто помогал. И хотел бы посвятить эту защиту своему дедушке Конику Михаилу Илларионовичу, который является ребенком войны, ему 92 года, он почти пол века отработал на полях Ставрополья комбайнером, но всегда мечтал быть в академических специальностях. В итоге, через одно поколение передал свое желание и важность научных исследований. Я ему за это благодарен! Всем спасибо большое!

Макаревич П.Р. (председательствующий): Спасибо большое! Мы делаем технический перерыв в 5 минут.

Технический перерыв.

Макаревич П.Р. (председательствующий): Закончился технический перерыв. Я предлагаю провести тайное голосование по вопросу присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 «Океанология» Конику Александру Александровичу. Я напоминаю, что мнение членов диссертационного совета фиксируется в программе электронного голосования «Криптовече». Напоминаю, что свое мнение о присуждении ученой степени можно выразить только выражением «за» или «против», которое вы увидите на иконке при голосовании.

Председатель зачитывает список присутствующих членов диссертационного совета по явочному листу. Перед проведением тайного голосования установлено присутствие 16 членов совета, 8 - очно, 8 - в интерактивном дистанционном режиме.

Усягина И.С. (ученый секретарь): Я всех внесла в программу «КриптоВече». Голосование по вопросу добавила в программу «КриптоВече», нужно выбрать только правильный ответ «за» или «против» и подтвердить бюллетень. Регистрация и голосование проходят одновременно.

Идет процедура голосования. В электронном голосовании в программе электронного голосования «КриптоВече» участвуют все члены диссертационного совета, присутствующие на заседании диссертационного совета.

Председатель диссертационного совета подсчитывает голоса членов

диссертационного совета и оглашает результат.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Коллеги, мы паузу закончили. Seriously настроиваемся на дальнейшую работу. Я предоставляю слово ученому секретарю. Ирина Сергеевна, огласите, пожалуйста, результаты голосования.

Усягина И.С. (*ученый секретарь*): По результатам тайного голосования в программе «Криптовече» было зарегистрировано в соответствии с явочным листом 16 человек. Все голоса учтены и зафиксированы программой «КриптоВече».

Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата географических наук Конику А.А. по специальности «океанология»: из 16 присутствующих членов диссертационного совета проголосовали «за» - 16, «против» - 0.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Предлагаю проголосовать за утверждение Протокола о результатах подсчета электронного дистанционного голосования.

Члены совета голосуют, поднимая руку.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Результаты голосования: «за» - 16, «против» - 0. Результаты тайного голосования утверждены единогласно. Диссертационный совет Мурманского морского биологического института постановил присвоить ученую степень кандидата географических наук Конику Александру Александровичу!

Председатель и ученый секретарь подписывают Протокол об утверждении результатов электронного голосования.

Диссертационным советом принято положительное решение о присуждении ученой степени кандидата географических наук Коник А.А.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Приступаем к обсуждению проекта Заключения диссертационного совета по присуждению А.А. Конику ученой степени кандидата географических наук.

Идет обсуждение проекта заключения.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Предлагаю проголосовать за утверждение текста Заключения диссертационного совета.

Члены совета голосуют, поднимая руку.

Макаревич П.Р. (*председательствующий*): Результаты голосования: «за» - 16, «против» - 0.

Заключение диссертационного совета по присуждению А.А. Конику ученой степени кандидата географических наук принято большинством голосов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.170.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 26.12.2022 № 115

О присуждении Конику Александру Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата географических наук.

Диссертация «Изменчивость характеристик крупномасштабных фронтальных зон в Баренцевом и Карском морях в XXI веке» по специальности 1.6.17 «океанология» принята к защите 21.10.2022 г. (протокол заседания № 111) диссертационным советом 24.1.170.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Мурманский морской биологический институт Российской академии наук (ММБИ РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. 183010, Мурманск, ул. Владимирская, д. 17, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель Коник Александр Александрович, 21 января 1996 года рождения, в 2019 году окончил Российский государственный гидрометеорологический университет по специальности «Прикладная гидрометеорология»; в 2022 году окончил аспирантуру Санкт-Петербургского государственного университета по специальности «География»; в настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника в Санкт-Петербургском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

Диссертация выполнена в Лаборатории геофизических пограничных слоев Санкт-Петербургского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

Научный руководитель – доктор географических наук Зимин Алексей Вадимович, Санкт-Петербургский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Лаборатория геофизических пограничных слоев, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Лебедев Сергей Анатольевич, доктор физико-математических наук, ФГБУН Геофизический центр РАН, Лаборатория геоинформатики и геомагнитных исследований,

ведущий научный сотрудник, г. Москва,

Сентябов Евгений Валерьевич, кандидат географических наук, ФГБНУ Полярный филиал «Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии», Лаборатория промысловой океанографии, старший научный сотрудник г. Мурманск,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН», г. Севастополь, в своём *положительном отзыве*, подписанном Артамоновым Юрием Владимировичем, доктором географических наук, Отдел океанографии, ведущий научный сотрудник, Скрипалевой Еленой Александровной, кандидатом географических наук, Отдел океанографии, старший научный сотрудник, указала, что полученные соискателем результаты очевидны и не вызывают сомнений, они позволяют расширить представления об изменчивости поверхностных проявлений фронтальных зон на акватории морей Арктики в условиях изменяющегося климата. Разработанный метод в дальнейшем может использоваться для определения зон повышенной биопродуктивности и анализа гидрологического режима вод морей Арктики, количественные оценки характеристик фронтальных зон – для мониторинга и прогноза экологического и биологического состояния океана. Даны рекомендации по использованию полученных в работе выводов в интересах развития глобальных моделей климата, изучении причин и следствий региональных климатических изменений, экологических и биологических исследований. Полученные результаты выполненного исследования прошли апробацию на конференциях разного уровня. Выводы, сделанные на основании полученных результатов, корректны и обоснованы. Автореферат и опубликованные 28 научных работы, в том числе 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, полностью отражают основное содержание диссертации.

Диссертация полностью соответствует всем критериям, установленным в пп. 9-14 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ (ред. от 11.09.2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Коник Александр Александрович, безусловно, заслуживает присуждения степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – океанология.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 28 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ. Объем публикаций в рецензируемых научных изданиях составляет 5,1 уч. изд. л., авторский

вклад – 3,5 уч. изд. л. Научные работы соискателя посвящены изучению изменчивости основных физико-географических характеристик фронтальных зон в Баренцева и Карского морей. В диссертации представлены достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Автор принял непосредственное участие в подготовке статей соответствующей тематики.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Свергун, Е.И. Изменчивость фронтальных разделов и короткопериодные внутренние волны в Баренцевом и Карском морях по данным спутниковых наблюдений за тёплый период 2007 года / Е.И. Свергун, А.В. Зимин, О.А. Атаджанова, **А.А. Коник**, Е.В. Зубкова, И.Е. Козлов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 4. – С. 181–188. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2018-15-4-181-188>. — Scopus.
2. Атаджанова, О.А. Субмезомасштабные вихревые структуры и фронтальная динамика в Баренцевом море / О.А. Атаджанова., А.В. Зимин, Е.И. Свергун, **А.А. Коник** // Морской гидрофизический журнал. – 2018. – Т. 34. – № 3 (201). – С. 237–246. <https://doi.org/10.22449/0233-7584-2018-3-237-246> — Scopus.
3. Зимин, А.В. Количественные оценки изменчивости характеристик температуры поверхности моря (ТПМ) в районе фронтальных зон Баренцева моря / А.В. Зимин, **А.А. Коник**, О.А. Атаджанова // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2018. – № 51. – С. 99–108. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35630100> (дата обращения 15.10.2022).
4. **Коник, А.А.** Количественные оценки изменчивости характеристик температуры поверхности моря в районе фронтальных зон Карского моря / А.А. Коник, А.В. Зимин, О.А. Атаджанова // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. – 2019. – Т. 12. – № 1. – С. 54–61. <https://doi.org/10.7868/S2073667319010076> — Scopus.
5. **Коник, А.А.** Спутниковые наблюдения вихрей и фронтальных зон Баренцева моря в годы с различной ледовитостью / А.А. Коник, И.Е. Козлов, А.В. Зимин, О.А. Атаджанова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т. 17. – № 5. – С. 191–201. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2020-17-5-191-201> — Scopus.
6. **Коник, А.А.** Оценки изменчивости характеристик Стоковой фронтальной зоны Карского моря на основе комплексирования данных спутникового дистанционного зондирования / А.А. Коник, А.В. Зимин, О.А. Атаджанова., А.П. Педченко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т.18. – №.2. – С. 241–250. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2021-18-2-241-250> — Scopus.
7. **Konik, A.A.** Spatial and temporal variability of the polar frontal zone characteristics in the Barents sea in the first two decades of the XXI century / A.A. Konik, A.V. Zimin, I.E. Kozlov // Фундаментальная и

На диссертацию и автореферат поступили 9 отзывов. Все отзывы положительные. В 7 отзывах имеются замечания.

Отзывы без замечаний подписали:

Бужин Игорь Владимирович, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Лаборатории «Арктик-шельф» ФГБУ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт;

Голстиков Алексей Владимирович, кандидат географических наук, руководитель Лаборатории географии и гидрологии, старший научный сотрудник Института водных проблем Севера КарНЦ РАН.

Обзор критических замечаний из других отзывов на автореферат:

Аверкиев Александр Сергеевич, доктор географических наук, доцент, профессор кафедры прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и комплексного управления прибрежными зонами ФГБОУ ВО Российского государственного гидрометеорологического университета отмечает, что на стр. 7 в разделе «Научная новизна...» и в анализе результатов (стр. 19) упомянут объем стока только Енисея, а не вместе со стоком Оби, в данных, использованных в исследовании, упоминается сток обеих рек, влияние стока реки Оби не менее важно для положения фронтальных зон в Карском море; на стр. 10 описание алгоритма ввода данных – процедура очевидна и не требует словесного описания; отмечены несколько грамматических ошибок и пропусков букв и слов (стр. 13, 17 и др.); в Заключении стоило бы проанализировать согласованность (или отметить различия) в изменчивости положений и тенденций трех фронтальных зон.

Башмачников Игорь Львович, кандидат географических наук, директор Фонда «Нансен Центр» считает, что положения 2 и 3, выносимые на защиту, сформулированы неудачно.

Глуховец Дмитрий Ильич, кандидат физико-математических наук, руководитель Лаборатории оптики океана ИО РАН, делает ряд следующих замечаний: 1) нельзя согласиться с фразами «В настоящее время для определения положения фронтальных зон в Карском море чаще всего используются нерегулярные судовые измерения, гораздо реже применяют спутниковые данные температуры или хлорофилла-а» и «Отсутствуют сведения о том, где, по данным регулярных многолетних наблюдений, прослеживается положение Стоковой фронтальной зоны (СФЗ), какая у зоны внутригодовая и межгодовая пространственная изменчивость и каковы количественные оценки её характеристик». Регулярные экспедиционные исследования акватории Карского моря, в частности работы на границе поверхностного опресненного слоя, ежегодно проводятся Институтом океанологии РАН, начиная с 2013 г. Результаты исследований внутригодовой и межгодовой пространственной изменчивости поверхностного опресненного слоя

за 2013–2018 гг., полученные на основе совместного использования судовых и спутниковых данных, представлены в работе (Glukhovets and Goldin, Oceanologia, 2020); 2) из текста автореферата не ясно, в чем заключается уникальность гидрологической структуры прикромочной ледовой зоны Баренцева и Карского морей; 3) выносимые на защиту положения сформулированы как заголовки, что затрудняет понимание защищаемых результатов; 4) неточная фраза: «Температура поверхности моря (ТПМ) спутников Aqua и Suomi NPP VIIRS...». VIIRS – это один из приборов, установленных на спутнике Suomi NPP; 5) подпись к рисунку 4 содержит фразу: «Черной линией указано положение кромки ледяного покрова»: однако, на этом рисунке представлено три одинаковых черных линии.

Густоев Дмитрий Владимирович, кандидат географических наук, доцент Кафедры прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и комплексного управления прибрежными зонами, института гидрологии и океанологии ФГБОУ ВО Российского государственного гидрометеорологического университета полагает, что расчётную часть работы можно было усилить добавлением в автореферат в качестве примера одной из дендрограмм, на основании которых проводилась классификация фронтальных зон.

Иванов Владимир Владимирович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Кафедры океанологии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова указывает, что в формулировке первого положения, выносимого на защиту (стр. 7), отсутствует защищаемое утверждение. Следовало бы начать это положение со слов: «Разработана и применена» и далее по тексту. В формулировке остальных положений, выносимых на защиту, первые фразы (с констатацией того, о чем повествует данное положение), являются излишними, так как в каждом положении должно содержаться только утверждение, которое защищается соискателем на основе результатов выполненного им исследования.

Макштаг Александр Петрович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Отдела взаимодействия океана и атмосферы ФГБУ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт просит дать пояснения к заголовкам таблиц «Средние многолетние и средние за весь период исследования (2002–2020)», а также к предложению «Межгодовая изменчивость площади СФЗ характеризуется её сокращением на 150 тыс. км² за второе десятилетие XXI века». Что сокращается, изменчивость или площадь? Автор отзыва считает, что некорректно использование термина «тренд» в предложениях «Анализ межгодовой изменчивости ТПМ показал, что более низкие температуры отмечаются с 2003 по 2010 гг., а после 2010 г., наоборот, виден тренд на потепление, величина которого может достигать 0,5–1,0°C.».

Трофимов Александр Георгиевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории промысловой океанографии центра экологического мониторинга

Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО»; Ившин Виктор Анатольевич, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Лаборатории промысловой океанографии центра экологического мониторинга Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» дали следующие замечания: 1) частое употребление автором слов-аналогов, заимствованных из английского языка, например, «валидация» вместо «проверка», «детектирование» вместо «обнаружение» и т.п.; при сравнении спутниковых данных с данными съемки в качестве синонимов используются термины «валидация» и «верификация», которые по смыслу не совсем равнозначны; 2) требует пояснений фраза на стр. 13: «Межгодовая изменчивость количественных оценок ТПМ ... соответствует годовому ходу температур в Карском море: минимальные значения наблюдаются осенью, а максимальные – летом». Годовой ход – это сезонная изменчивость, поэтому не понятно, как межгодовая изменчивость может соответствовать сезонной. С какой именно температурой в Карском море сравнивается ТПМ? И разве минимальная температура воды отмечается не в зимний период? 3) фраза на стр. 15 «Температура и соленость вод отражают общую тенденцию годового хода с максимумом в июле-августе» вызывает вопросы: каким образом температура и соленость отражают свой собственный годовой ход, точнее его тенденцию? По имеющимся литературным данным, максимум температуры в Баренцевом море наблюдается в августе-сентябре, тогда как для солености максимум отмечается в самые холодные месяцы (март-апрель), а минимум – в самые теплые (август-сентябрь). Возможно, обнаруженный максимум солености в июле-августе обусловлен методикой расчета средней солености для фронтальной зоны? Учитывалось ли при осреднении параметра, что его значения в разных узлах регулярной сетки имеют разный вес, поскольку площадь (в км²) одной и той же трапеции, например, 1/4° по широте и 1/4° по долготе, на 72° с.ш. в 1,5 раза больше, чем на 78° с.ш.? Также для солености в Баренцевом море вклад межгодовых изменений в ее общую изменчивость достаточно велик и находится на уровне сезонных изменений, а то и превосходит их, что тоже могло повлиять на результаты выделения экстремумов солености; 4) нет расшифровки сокращений САК, ВАК, ВАК/ЗР, СК и ПК, что затрудняет восприятие информации в тех местах, где они упоминаются; 5) автор указывает, что «тренд на потепление в ПФЗ может достигать 0,5–1,0°С», требуется уточнить: эта оценка приводится за год или за десятилетие?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в вопросах, которым посвящена настоящая диссертационная работа и близостью области их научных интересов к направлению исследований соискателя.

Область интересов доктора физико-математических наук Лебедева Сергея Анатольевича – анализ данных дистанционного зондирования для решения задач геодезии, гравиметрии и океанологии, таких как: исследования вихрей и фронтальных зон в морях России и других районов Мирового океана. Он является специалистом в области разработки методов обработки данных дистанционного зондирования.

Область интересов кандидата географических наук Сентябова Евгения Валерьевича – прогнозирование океанологических условий в зоне промышленного рыболовства (включая фронтальные зоны) в морях Западной Арктики. Он является специалистом в области современных методов и средств океанологических исследований.

Ведущая организация - ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН», г. Севастополь – является крупным научным центром по исследованию океанологических процессов в морях Российской Федерации. Сотрудники отдела океанографии занимаются обработкой и анализом судовых и спутниковых наблюдений, применяемых для анализа фронтальных зон, изучения причин и следствий региональных климатических изменений.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана оригинальная методика, которая позволяет выявить особенности изменчивости поверхностных проявлений фронтальных зон с помощью разнородных спутниковых данных, которая прошла апробацию на примере Баренцева и Карского морей;

установлены закономерности изменчивости поверхностных проявлений Стоковой, Полярной и Арктической фронтальных зон в Баренцевом и Карском морях в условиях меняющегося климата XXI века;

выявлено, что рассматриваемые фронтальные зоны во второй декаде по сравнению с первой декадой XXI века смещаются в северном направлении, градиент ТПМ в них ослабевает, а их площади сокращаются;

доказано, что количественные характеристики Стоковой фронтальной зоны Карского моря значительно изменяются под влиянием объема стока реки Енисей и атмосферных процессов, связанных с развитием ситуаций, блокирующих западный перенос воздушных масс над Скандинавским полуостровом; ключевую роль в изменчивости характеристик поверхностных проявлений Полярной фронтальной зоны вносит величина адвекции тепла, поступающего из Норвежского в Баренцево море; площадь и сплочённость формирующегося ледяного покрова в северных районах Баренцева и Карского морей являются преобладающими факторами, под влиянием которых меняются характеристики Арктической фронтальной зоны; ослабление поверхностных градиентов ТПМ приводит к увеличению количества проявлений вихревых структур в области Стоковой и Полярной фронтальных зон.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказано, что разработанная в диссертационном исследовании методика позволяет получать комплексные данные о многолетней изменчивости количественных характеристик (географическое положение, среднее ТПМ, градиент ТПМ, солёность поверхности моря

(СПМ), градиент СПМ, площадь) фронтальных зон на акватории морей Западной Арктики в условиях меняющегося климата;

изложены факты изменения площадей и градиентов гидрофизических полей Стоковой, Полярной и Арктической фронтальных зон Баренцева и Карского морей в первые два десятилетия XXI века, они могут быть использованы в качестве индикаторов изменений климата;

изучены причинно-следственные связи изменчивости количественных характеристик поверхностных гидрологических полей в областях Стоковой, Полярной и Арктической фронтальных зон с разномасштабными процессами в атмосфере и океане.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики:

создана методика определения фронтальных зон с помощью регулярно получаемых данных дистанционного зондирования Земли из космоса, которая может быть применена для любых морских акваторий;

получены параметры фронтальных зон, которые могут быть использованы для верификации термогидродинамических моделей, поиска зон повышенной биопродуктивности, проведения морских и гидрологических изысканий.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

достоверность результатов обеспечивается применением общепризнанных статистических и физико-географических подходов к анализу спутниковых и контактных измерений:

идея базируется на обобщении передового опыта теории и практики ведущих российских и зарубежных исследований в области океанологии, в диссертации использовался апробированный на обширном массиве наблюдений метод с корректной оценкой статистической значимости;

использованы сравнения авторских и литературных данных по рассматриваемой тематике.

установлено соответствие и специфика полученных автором данных со сведениями из работ других исследователей.

Личный вклад соискателя состоит в том, что:

Соискатель лично участвовал во всех этапах работы – от постановки задач исследования до формулирования основных результатов и выводов. Автор проводил подбор и анализ данных судовых и спутниковых измерений, им была разработана и апробирована оригинальная методика расчета основных параметров фронтальных зон, создана база данных параметров Стоковой, Полярной и Арктической фронтальных зон, произведена оценка связи разномасштабных процессов атмосферы и океана с полученными характеристиками

фронтальных зон в условиях современного меняющегося климата. Соискателем самостоятельно сформулированы выводы работы и защищаемые положения, подготовлена рукопись диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания относительно методических подходов, связанных с валидацией спутниковых данных и выделением положения Полярной фронтальной зоны в юго-восточной части Баренцева моря, необходимости разъяснения значений некоторых терминов и технических замечаний к иллюстрациям и стилистическим неточностям.

Соискатель Кони́к А.А. исчерпывающе ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и замечания, согласился с рядом некоторых технических замечаний, дал разъяснение используемой терминологии, представил интересующие сведения по используемым методическим подходам при валидации данных, привел собственную аргументацию определения положений восточной части Полярной фронтальной зоны.

На заседании 26 декабря 2022 года диссертационный совет принял решение: за исследование основных физико-географических характеристик Стоковой, Полярной и Арктической фронтальных зон Баренцева и Карского морей в первые два десятилетия XXI века и решение научных задач, имеющих теоретическое и практическое значение для развития океанологических исследований Арктики, присудить Конику Александру Александровичу ученую степень кандидата географических наук по специальности 1.6.17 — океанология.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 14 докторов наук, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – 0.

Председатель диссертационного
совета 24.1.170.01, д.ф.н., проф.



Макаревич Павел Робертович

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.1.170.01, к.ф.н.

Усягина Ирина Сергеевна

26.12.2022