

## ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета на диссертацию Весман Анны Викторовны на тему: «Особенности проявления глобального потепления в XX–XXI веке в водах, омывающих архипелаг Шпицберген», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по научной специальности 1.6.17. Океанология.

### *Актуальность темы*

Актуальность исследования региональных особенностей изменчивости океанографических и ледовых условий в водах, омывающих архипелаг Шпицберген, обусловлена их ролью в климатической системе Земли. В субарктической Атлантике и прилегающей к ней части Северного Ледовитого океана поверхностные атлантические воды, поступающие из субтропиков, отдают тепло атмосфере, охлаждаются, становятся плотнее и формируют направленный к экватору поток холодных глубинных вод. С этой циркуляцией связан перенос тепла на север, сопоставимый с меридиональным переносом тепла в атмосфере. Многолетние изменения крупномасштабной циркуляции и термохалинных характеристик вод в области пролива Фрама, примыкающего к Шпицбергену, является ключевым звеном для понимания роли океанографических процессов, влияющих на изменения, происходящие в Арктике. Это делает весьма актуальной работу по установлению закономерностей и особенностей долгопериодной изменчивости термохалинных и ледовых характеристик вод, омывающих архипелаг Шпицберген.

### *Оценка структуры и содержания работы*

Текст диссертации состоит из введения, четырех глав и заключения. Каждая глава снабжена подробной рубрикацией по параграфам.

*В первой главе* представлено описание основных факторов, влияющих на климат Земли, механизма полярного усиления и некоторых обратных связей. Приведено физико-географическое описание региона исследования. Дано описание индексов, описывающих циркуляцию атмосферы и океана.

К сожалению, раздел главы, посвященный описанию региона исследований, крайне сумбурен. Из него даже не ясно, каковы же географические границы вод, омывающих архипелаг Шпицберген, т.е. каковы географические границы изучаемого региона. Схема циркуляции вод дана для одного района, распределение водных масс – для второго, описание ледовых условий дано вообще без карт и относится к третьему региону.

Выводы по главе сформулированы неудачно, они представляют краткое перечисление известных фактов, а не конкретизируют проблему представленного исследования.

*Во второй главе* проведен анализ многолетней изменчивости температуры и солености в прибрежных и мористых районах вод, омывающих архипелаг Шпицберген, даны оценки зависимости температуры воды от температуры воздуха, индексов циркуляции атмосферы и океанических процессов.

В целом глава содержит скупое описание результатов без их подробного обсуждения. После ее прочтения остается значительное количество вопросов, как по методике исследования, так и по интерпретации полученных результатов. Например, не поясняется, почему выбрано восемь точек, хотя не все из них хорошо обеспечены данными; не ясно, по какой методике выполнялся кластерный анализ, позволивший выделить слои с атлантическими водами; почему не представлены иллюстрациями результаты спектрального анализа, и не приведены оценки значимости выделенных периодов, т.к. вряд ли корректно рассуждать о колебаниях в 2–3 года при шаге исходных данных 1 год.

*В третьей главе* описаны результаты изучения временной изменчивости адвентивных потоков тепла из Атлантики через Норвежское море к проливу Фрама и их связи с глобальными климатическими процессами.



В целом глава приводит благоприятное впечатление. Наиболее интересен вывод о том, что западный тип атмосферной циркуляции через экмановскую накачку увеличивает скорость переноса теплых атлантических вод в северном направлении практически на всем пути через Северо-Европейский бассейн.

*В четвертой главе* приводится комплексный анализ характеристик ледяного покрова к северу от архипелага Шпицберген, выделены основные закономерности и особенности, оценены факторы, которые могут оказывать влияние на формирования ледовых условий.

Она написана четко и последовательно. Однако не ясно, почему к анализу изменчивости ледовых условий не привлекаются данные о временной изменчивости адвективных потоков тепла, подробно рассмотренные в предыдущей главе.

В целом диссертационная работа представляет результаты широкого комплекса научных исследований в области обработки разнородных данных об океане, атмосфере и ледовых условиях, их синтеза и интерпретации полученных результатов.

#### *Степень обоснованности положений и выводов*

Диссертационная работа показывает способность автора выполнить значительное и разноплановое научное исследование от сбора и синтеза данных до их обработки с применением современных методов статистического анализа.

Научные результаты диссертации достаточно четко обоснованы и аргументированы, хотя отдельные их части требуют дополнительных пояснений. Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации, доказывается использованием обширного объема разнородных массивов данных. Выводы логически вытекают из материалов исследований и отражают поставленные задачи.

Формулировки защищаемых положений разочаровывают. Они слишком перегружены и всего лишь обозначают грани исследований, где действительно были получены значимые новые интересные результаты. Однако же тезисы о новизне работы и формулировки основных выводов диссертационной работы в заключении по большей части восполняют пробелы в понимании защищаемых положений.

#### *Достоверность и новизна результатов*

Основные положения и результаты диссертационной работы представляются достоверными, так как они получены на основе обширного массива разнородных наблюдений, прошедших специальный контроль качества.

Автором получены новые сведения о периодичностях и тенденциях изменчивости температуры и солености, в исследуемом районе; об изменениях адвективных океанических потоков тепла при движении их из Атлантического океана к проливу Фрама; предложена оригинальная типизация ледовых условий около архипелага Шпицберген; получены количественные оценки взаимосвязи ледовых условий, атмосферной циркуляции и характеристик вод в районе исследования.

Значительный личный вклад автора в исследование, так же как достоверность и новизна научных результатов работы, подтверждаются пятью публикациями в ведущих рецензируемых журналах (в том числе индексируемых базой Scopus) и выступлениями на различных конференциях (материалы которых также были опубликованы).

#### *В качестве замечаний можно отметить следующее:*

- В качестве предмета исследования в работе заявлены «региональные особенности изменчивости океанографических и ледовых условий в водах, омывающих архипелаг Шпицберген». Однако в работе нет четкого географического пояснения, какой регион соответствует водам, омывающим архипелаг Шпицберген. Требуется заполнить данный пробел.



- В разделе «Теоретическая и практическая значимость» требует пояснения и раскрытия смысла фраза: «Предложенные и описанные механизмы изменчивости температуры воды...».
- Требуется уточнение формулировки первого положения, выносимого на защиту, в части: «...выявлены статистически значимые колебания: 2–3 года...», т.к. при дискретности исходных данных в один год доказательство статистической значимости указанных колебаний представляет нетривиальную задачу.
- В выводах по первой главе указано, что «...ученые всё с большей уверенностью отмечают влияние человека на потепление климата...». Как это связано с будущими результатами исследования?
- Можно ли кратко переформулировать выводы по первой главе так, чтобы показать существующие пробелы в изученности вопроса исследования и то, в чем состоит новое научное знание, которое предполагается получить?
- Каковы были количественные критерии отбора точек, выбранных для анализа во второй главе?
- По какой методике выполнялся кластерный анализ, позволивший выделить слои с атлантическими водами во второй главе?
- Часть обозначений, представленных на рисунке 8, не имеет подписей и пояснений в тексте, поэтому необходимы более подробные комментарии.
- Желательно представить и обсудить статистические оценки трендов, представленных на рисунке 9, и исправить опечатки.
- Почему не представлены иллюстрациями результаты спектрального анализа, о которых говорилось в начале главы?
- Почему не приведены оценки значимости выделенных на вейвлет-диаграммах периодов, например, относительно красного шума?
- Желательно объяснить, с чем связаны не только выделенные во второй главе циклы и их неустойчивость во времени.
- Желательно представить расширенный анализа результатов, представленных в таблице 1 во взаимосвязи с результатами раздела 2.1.
- Из выводов по второй главе не ясно, решена ли первая задача исследования в части «...выделение исторического периода с наиболее интенсивным проявлением изменений климата исследуемого региона...».
- Для полноты понимания использованных данных желательно представить карту, совмещающую положения буйковых станций AWI F1-F10 и разрезов, используемых для расчета океанических потоков тепла.
- Не понятен выбор западной границы разрезов, рассмотренных в 3 главе. Для понимания методологии работы желательно дать пояснения, по каким источникам или данным определялась минимальная скорость  $NwAFC$  и дать количественную оценку критерия «перед тем, как течение меняет свое направление».
- Желательно пояснить, как учитывается при постановке задач исследования тот факт, что севернее Скандинавского полуострова часть атлантических вод поступает в Баренцево море, и поток тепла, связанный с ними, также оказывает влияние на особенности проявления глобального потепления в XX–XXI веке в водах, омывающих архипелаг Шпицберген.
- Представленная на рисунке 29 (д) кросс-вейвлет диаграмма противоречит ее текстовому описанию. Из иллюстрации видна хорошая синфазность колебаний на периодах более 8–16 лет. Требуется пояснить это противоречие.
- В заключении 3-й главы вывод о том, что «...на всех разрезах доминирует характерная периодичность с небольшим периодом в 2–3 и 5–6 лет...», необходимо подтвердить результатами секторального и вейвлет анализов с проверкой статистической значимости выделенных периодов.

- В заключении 3-й главы полученные выводы, например о том, что «...дисбалансы от приходящего тепла приводят к наблюдаемому росту температуры атлантических вод...», необходимо связать с результатами исследований, представленными во второй главе. Это поможет раскрыть замысел исследования и понять его комплексность.
- Требуется пояснить, на основе каких данных выполнялся вейвлет анализ, представленный на рисунке 35. Проводилась ли оценка статистической значимости выделенных периодов.
- Желательно пояснить подробнее, какая температура бралась для сопоставления с площадью открытой воды, представленной на рисунке 36 (б).
- На основе каких исходных данных оценивался коэффициент корреляции между «изменчивостью температуры АВ и площадь открытой воды», обсуждаемый в 4-й главе?
- Требуется уточнить, для какого района были получены данные о межгодовой изменчивости потоков тепла, используемые в 4-й главе, и пояснить, на каких исходных данных проявлялась корреляция со сдвигом в два месяца между потоками тепла и площадью открытой воды?
- Желательно в заключении 4-й главы сформулировать выводы, связывающие результаты исследований с проведенными ранее.
- В заключении необходимо сформулировать обобщающий вывод по работе, отвечающий поставленной цели и названию исследования.
- В тексте работы часто вводятся географические обозначения, которые проясняются в достаточно удаленных по тексту главах исследования, что снижает качество восприятия работы.

Отмеченный ряд замечаний в целом снижает впечатление от проведенного интересного исследования.

#### *Заключение*

Диссертация Весман Анны Викторовны на тему: «Особенности проявления глобального потепления в XX–XXI веке в водах, омывающих архипелаг Шпицберген» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете». Соискатель Весман Анна Викторовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по научной специальности 1.6.17. Океанология. Пункт 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Председатель диссертационного совета:  
доктор географических наук, доцент,  
профессор кафедры океанологии  
Санкт-Петербургского государственного университета

14.05.2022



Зимин Алексей Вадимович