

## ОТЗЫВ

Научного руководителя Иванова Владимира Владимировича на диссертацию Тузова Федора Константиновича «Шельфовая конвекция и каскадинг в Северном Ледовитом океане в меняющихся климатических условиях», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – «океанология» (25.00.28. – «океанология») для защиты на заседании диссертационного совета МГУ.016.2 (МГУ.11.02) Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Работа Тузова Ф.К. посвящена разработке и применению метода определения районов шельфовой конвекции и каскадинга на основе пространственно-распределенных данных о термохалинных и динамических характеристиках в узлах регулярной сетки. Каскадинг — это особый тип течения, зависящего от плавучести воды, в котором плотная вода, образованная при охлаждении, испарении или осолонении при льдообразовании в поверхностном слое над континентальным шельфом, опускается вниз по континентальному склону на большую глубину. Этот процесс является основным компонентом вентиляции промежуточных и абиссальных вод, что влияет на термохалинную циркуляцию. В современных условиях, характеризующихся значительным сокращением объема морского льда в Северном Ледовитом океане, меняется гидрологический режим верхнего слоя вод вследствие усиления энергообмена между океаном и атмосферой. Конвективное перемешивание в условиях отсутствия постоянного ледяного покрова позволяет образовываться большему объему плотных вод на шельфе, что повышает эффективность каскадинга в энергомассообмене между шельфом и глубоким океаном. Принимая во внимание продолжающееся отступление летнего ледяного покрова в СЛО, ускорившееся после 2007 г., можно ожидать расширение зон с благоприятными фоновыми условиями для развития шельфовой конвекции и каскадинга, что непосредственно влияет на гидрологический режим. Обоснованный прогноз изменений гидрологического режима СЛО под действием меняющихся процессов, к которым относится каскадинг, представляет актуальную научную задачу. Необходимым этапом на пути ее решения является количественная оценка произошедших изменений при помощи математического моделирования. Актуальность выполненного исследования дополнительно подкрепляется использованием для анализа новейших данных натуральных наблюдений, полученных в экспедиции

«Трансарктика-2019» весной 2019 года в северной части Баренцева моря, в сезон активного развития каскадинга.

Автор диссертации лично разработал и применил алгоритм выделения из массива данных модельного расчета NEMO (период 1986 – 2010 гг.) областей с гидрологической структурой, характерной для каскадинга. Автор принимал участие в сравнительном анализе данных натурных наблюдений и модельного расчета. Автор принимал непосредственное участие в научно-исследовательской экспедиции «Трансарктика – 2019», результаты которой, составили фактическую основу четвертой главы данной работы. Автор выполнил исследование взаимосвязи между повторяемостью каскадинга и концентрацией льда в российских арктических морях.

На основании выполненного исследования установлено, что:

1. Гидродинамическая модель NEMO позволяет реалистично выявлять зоны, достигающей дна шельфовой конвекции и документировать события каскадинга.

2. Разработанный алгоритм позволяет выделить районы на шельфе со структурой плотности, характерной для различных стадий каскадинга. Анализ повторяемости событий каскадинга на основе данного алгоритма показал, что в Баренцевом море, море Бофорта и в море Лаптевых количество случаев каскадинга увеличивается при уменьшении площади ледяного покрова.

3. В Баренцевом море выявлен новый механизм шельфовой конвекции – каскадинга на Центральной банке: осенне-зимняя термическая конвекция достигает дна без ледообразования, требовавшего в климатических условиях второй половины 20-го века, после чего начинается каскадинг. Вынос льда в район Центральной банки приводит к блокированию вертикального перемешивания и формированию характерного «купола» плотных вод.

На основании полученных результатов, соискателем опубликовано лично и в соавторстве 5 статей, четыре из которых входят в списки Скопус, РИНЦ, ВАК, а одна входит в списки РИНЦ и ВАК. Результаты выполненного исследования многократно представлялись на всероссийских и международных научных конференциях.

Таким образом, диссертация Тузова Ф.К. представляет собой наукоемкое исследование, отличающееся применением глубокого анализа современных средств анализа гидрометеорологической информации и принципиально новыми научными результатами.

Тузов Ф.К. - сформировавшийся научный работник высокого уровня подготовки, способный получать, анализировать и применять современные гидрометеорологические данные, а также способный решать сложные научные задачи. Считаю, что Тузов Ф.К.


заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – «океанология» (25.00.28. – «океанология»).

Доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник кафедры  
океанологии географического факультета  
ФГБУ ВО «Московский государственный  
университет имени М.В. Ломоносова»



Иванов В.В.

Подпись Иванова В.В. заверяю



*и.о. зав. кафедрой географического факультета МГУ*  
*Иванов В.В.*