РЕЦЕНЗИЯ № 1

на статью **«ВЛИЯНИЕ АНТИЦИКЛОНИЧЕСКИХ ВИХРЕЙ НА ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХОЛОДНОГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ В АВАЧИНСКОМ ЗАЛИВЕ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ В ЛЕТНИЕ СЕЗОНЫ 2024–2025 гг.»**

авторского коллектива: **А. В. Зимин, О. А. Атаджанова, А. А. Коник, П. А. Швец, И. А. Герасимов**

Рецензируемая работа посвящена исследованию влияния антициклонических вихрей, выявленных в Авачинском заливе (Юго-Восточная Камчатка) по результатам двух гидрологических съемок с привлечением данных спутниковой альтиметрии. Вихревые структуры традиционно привлекают внимание как из-за их влияния на гидрологические условия в изучаемых акваториях, так и вследствие того факта, что на их периферии часто осуществляется промысел некоторых видов пелагических рыб. Это определяет актуальность работы, которая сомнений не вызывает. Исследование основано на хорошем материале наблюдений, что также является существенным плюсом. Однако при этом представленная рукопись оставляет странное ощущение. Создается впечатление, что для авторов удивителен факт существования антициклонических вихрей с холодным ядром, хотя у восточного побережья Камчатки они вовсе не редкость. Одно из первых упоминаний относится к далекому 1985 году (Ф. Храпченков, Океанология, 1987, 27(3); МиГ_1989_1). Холодные АЦ вихри возможны только при наличии распресненной воды, которая в данном случае обеспечивается стоком через Камчатский пролив талых вод (таяние ледяного покрова в западной части Берингова моря). Именно в этом проливе обычно и формируются эти вихри, медленно дрейфующие вдоль побережья полуострова (Рогачев, Горин, Океанология_2004_44(1); Худякова и др., Современные проблемы ДЗЗ_2025_22(6)). Другой момент, который также выглядит, словно заглубление холодной воды в зоне влияния холодного антициклона авторов тоже удивляет, что они совершают прямо открытие, хотя это факт вроде как абсолютно общеизвестный. Конкретные оценки изменений положения нижней границы ХПС важны и интересны, но придание этому факту сенсационного характера выглядит довольно странно. Эти замечания общего плана требуют некоторого смещения акцентов в статье, как-то в данном виде всё выглядит не очень хорошо.

Более конкретные замечания по статье:

1. Вызывает сомнение утверждение, что максимальная интенсивность Восточно-Камчатского течения наблюдается летом. В то же время по спутниковым данным оно явно приходится на зиму, а летом оно ослаблено, более того, на некотором удалении от берега возникает даже обратно направленный поток (Шевченко, Романов, ИЗК_2006_; Трусенкова, Кустова_ИЗК_2026_3).

2. На фоне летнего ослабления ВКТ выглядит сомнительным утверждение, что вихри образуются внутри Авачинского залива, вблизи м. Шипунский. Весьма вероятно, что вихри приносились ВКТ извне, по крайней мере, данное утверждение нужно серьезно обосновывать.

3. Авторы уж очень сосредоточились на заглублении нижней границы ХПС. Почему это так важно? Что за этим с физической точки зрения? Уж очень сомнительно значение и в практическом смысле: ни для лососей, ни для сайры это не кажется важным. Нужно либо немного ослабить акцент, либо дополнительно пояснить, что тут так важно.

4. Совсем не комментируется наличие воды низкой солености в ядре вихря, а это кажется весьма значимым обстоятельством с точки зрения влияния вихря на

гидрологические условия в заливе, как по мне, так более важным, чем заглубление нижней границы ХПС. Этому параметру нужно уделить более серьезное внимание.

5. На мой взгляд, стоило бы посмотреть пространственные распределения концентрации хлорофилла «а» по спутниковым данным на период нахождения вихрей в заливе. Как наличие вихря влияет на производство первичной продукции в Авачинском заливе? Если есть данные, обозначить влияние вихрей на промысел.

Редакционные (построчные) замечания по тексту статьи (если есть):

На данном этапе не вижу смысла приводить замечания стилистического характера, но отмечу, что их немного, статья написана хорошим языком, иллюстрации вполне приличного качества.

Резюме рецензента: принять без значительных правок / доработать / отклонить

В целом статья интересна и содержательна, написана хорошим языком, иллюстрации уместны и изготовлены качественно. Рукопись может быть рекомендована к публикации в журнале «Океанологические исследования» после доработки в свете отмеченных недостатков.

Подпись. Рецензент № 1. 02.07.2026.

От редакции: рецензия была направлена авторскому коллективу.

Ответ рецензенту № 1 на рецензию от 02.07.2026 на статью авторского коллектива: А. В. Зимин, О. А. Атаджанова, А. А. Коник, П. А. Швец, И. А. Герасимов «ВЛИЯНИЕ АНТИЦИКЛОНИЧЕСКИХ ВИХРЕЙ НА ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХОЛОДНОГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ В АВАЧИНСКОМ ЗАЛИВЕ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ В ЛЕТНИЕ СЕЗОНЫ 2024–2025 гг».

Уважаемый рецензент!

Благодарим Вас за внимательный анализ рукописи и ценные замечания, направленные на её улучшение. В переработанный текст внесены дополнения, касающиеся особенностей динамики Восточно-Камчатского течения и вихревой активности в Авачинском заливе; одновременно уточнена причина пристального интереса к глубине залегания нижней границы ХПС именно в данной акватории. Этот интерес обусловлен тем, что наиболее массовый «очаг» нереста восточнокамчатской популяции минтая, а также неторных других видов рыб локализован в центральной части залива в пределах глубоководных каньонов, где нерест приурочен к границе раздела теплых и холодных промежуточных водных масс, вертикальное положение которой может заметно изменяться под влиянием вихревых структур, что напрямую сказывается на выживаемости потомства и пополнении промыслового стада. По данным альтиметрических наблюдений, вихревые структуры проявляются в Авачинском заливе весьма часто как в весенний, так и в летний периоды; однако подробно рассмотреть их вертикальную структуру представилось возможным исключительно по данным летних съемок, что не позволяет говорить о прямой промысловой значимости полученных результатов, но убедительно демонстрирует роль вихревых процессов в формировании пространственной и вертикальной неоднородности гидрологических полей в районе исследований.

Ниже приводим развернутые ответы на конкретные замечания по статье. Все внесённые исправления в тексте рукописи отмечены жёлтым маркером.

Рецензент: *вызывает сомнение утверждение, что максимальная интенсивность Восточно-Камчатского течения наблюдается летом. В то же время по спутниковым данным оно явно приходится на зиму, а летом оно ослаблено, более того, на некотором удалении от берега возникает даже обратно направленный поток (Шевченко, Романов, ИЗК 2006; Трусенкова, Кустова ИЗК 2026 3).*

Ответ: согласны с рецензентом. В раздел Ведение внесено соответствующее исправление: «В среднегодовом ходе максимум скоростей течения приходится на зимний период, а минимум — на летний (Трусенкова, Кустова, 2026). В области Авачинского залива в тёплый период года нередко формируется антициклонический ринг, фиксируемый по данным альтиметрических карт (Шевченко, Романов, 2006; Буслов и др., 2006).».

Рецензент: *на фоне летнего ослабления ВКТ выглядит сомнительным утверждение, что вихри образуются внутри Авачинского залива, вблизи м. Шипунский. Весьма вероятно, что вихри приносились ВКТ извне, по крайней мере, данное утверждение нужно серьезно обосновывать.*

Ответ: согласно данным атласа META 3.2, исследуемые вихревые структуры не были сформированы в Беринговом море и не переносились в район исследования извне. Анализ их траекторий показывает, что в обоих случаях образование вихрей происходило в результате взаимодействия Восточно-Камчатского течения (ВКТ) с шельфом у восточного побережья Камчатки в области Авачинского залива. На рис. 1 представлены полные жизненные циклы исследуемых вихревых структур в 2024 и 2025 гг.

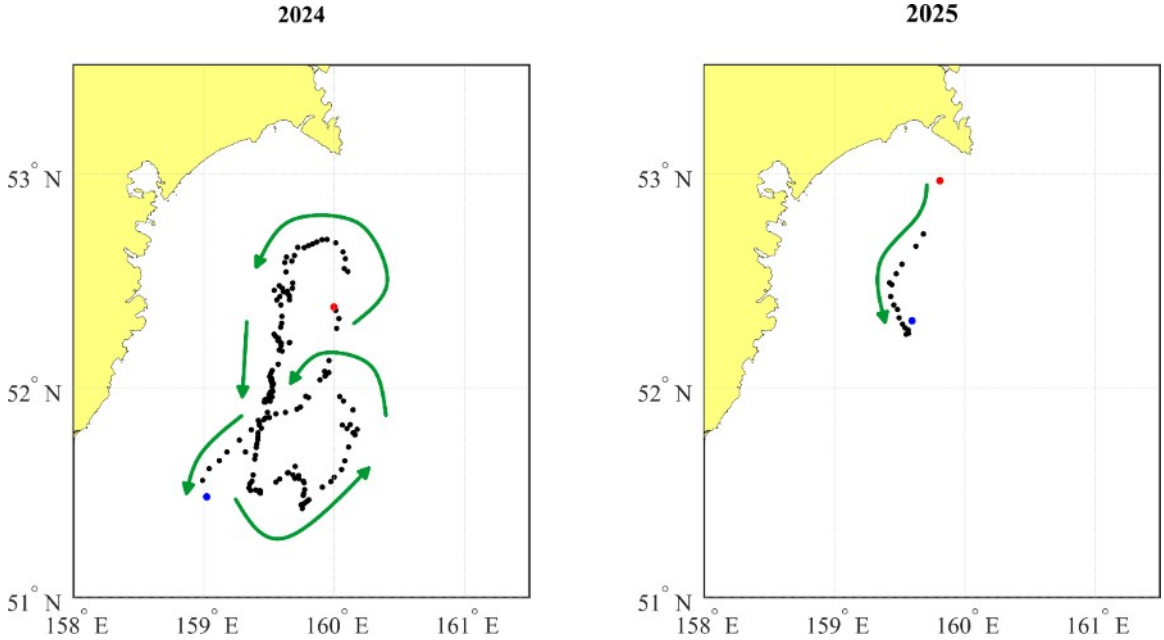


Рисунок 1. Период жизни мезомасштабных вихрей, анализируемых в исследовании в 2024 году (слева) и в 2025 году (справа). Черными точками показано положение центра в каждые сутки. Красной точкой показано положение центра вихря в начальный момент его детектирования (5.07.2024 и 26.07.2025), синей – в финальный период фиксации (13.08.2024 и 11.08.2025). Темно-зелеными стрелками показано схематическое движение структуры в течении жизни

В 2024 г., по-видимому, вихрь сформировался в результате отделения мезомасштабной структуры от основной струи Восточно-Камчатского течения. В дальнейшем вихрь смещался сначала вглубь Авачинского залива, а затем распространялся вдоль шельфа в южном направлении с последующим выходом в глубоководную область, В 2025 г. вихревая структура сформировалась в районе мыса Шипунский, после чего

перемещалась вдоль бровки шельфа и впоследствии диссипировала в глубоководной части у южной границы Авачинского залива.

Таким образом, результаты анализа траекторий по данным атласа META 3.2 не подтверждают предположение о переносе исследуемых вихрей из Берингова моря, а, наоборот, показывают, что возможны сценарии возникновения структур в районе Авачинского залива и за м. Шипунский.

Рецензент: *Авторы уж очень сосредоточились на заглублении нижней границы ХПС. Почему это так важно? Что за этим с физической точки зрения? Уж очень сомнительно значение и в практическом смысле: ни для лососей, ни для сайры это не кажется важным. Нужно либо немного ослабить акцент, либо дополнительно пояснить, что тут так важно.*

Ответ: следует пояснить, что заглубление нижней границы ХПС рассматривается в настоящей работе не как самодостаточный параметр, а как интегральный маркер вертикального перераспределения вод под влиянием вихря. В условиях субарктической стратификации это заглубление отражает увеличение мощности холодного слоя, что, в свою очередь, может влиять на условия обитания гидробионтов.

В раздел Ведение внесено соответствующее дополнение: «Пристальный практический интерес к глубине залегания нижней границы ХПС на данной акватории продиктован локализацией наиболее массового «очага» нереста восточнокамчатской популяции минтая и ряда других промысловых видов рыб в центральной части залива — в пределах вершин глубоководных каньонов (Буслов и др., 2006), глубоко врезающихся в шельф восточнее Авачинской бухты, — где нерест приурочен к границе раздела ХПС – ТПС (Коник и др., 2024).».

Рецензент: с*овсем не комментируется наличие воды низкой солености в ядре вихря, а это кажется весьма важным обстоятельством с точки зрения влияния вихря на гидрологические условия в заливе, как по мне, так более важным, чем заглубление нижней границы ХПС. Этому параметру нужно уделить более серьезное внимание.*

Ответ: действительно, в представленной рукописи основной акцент был сделан на температурных характеристиках ХПС, поскольку температура традиционно используется в качестве маркера этого слоя в субарктической зоне Тихого океана (Шевченко и др., 2025). Вместе с тем мы полностью согласны, что солёностные аномалии ядра вихря представляют не меньший интерес.

В раздел Результаты внесено соответствующее дополнение: «Наряду с температурными аномалиями, в ядре антициклонического вихря 2024 г. зафиксировано понижение солёности на 0,1–0,15 ‰ относительно фоновых значений на тех же горизонтах. В 2025 г. солёностная аномалия локализована преимущественно у бровки шельфа и на континентальном склоне, где её величина достигает 0,2 ‰, что свидетельствует о межгодовых различиях в характере перераспределения водных масс под влиянием вихревых структур в шельфовой и склоновой областях залива».

В раздел Заключение внесено дополнение, подчёркивающее, что анализ только температурных характеристик ХПС не в полной мере отражает сложность гидрологических процессов, индуцированных вихрями: «Стоит отметить, что, несмотря на общую природу формирования, обусловленную Восточно-Камчатским течением как источником энергии, отклик ХПС на пространственное положение вихрей различался по годам. В 2024 г. доминирующим эффектом выступило заглубление нижней границы слоя в глубоководной части залива, тогда как в 2025 г. наблюдалось прижатие холодных и относительно

распреснённых вод к континентальному склону с их последующей адвекцией в шельфовую зону. Это позволяет предположить, что именно пространственная локализация относительно континентального склона и бровки шельфа является фактором, контролирующим вертикальную структуру температуры и солености вод в прибрежной зоне».

Рецензент: ***5.*** *На мой взгляд, стоило бы посмотреть пространственные распределения концентрации хлорофилла «а» по спутниковым данным на период нахождения вихрей в заливе. Как наличие вихря влияет на производство первичной продукции в Авачинском заливе? Если есть данные, обозначить влияние вихрей на промысел.*

Ответ: Анализ влияния вихрей на поле хлорофилла «а» представляет собой самостоятельную задачу, выходящую за рамки настоящего исследования, цель которого ограничена оценкой гидрологического отклика ХПС. Вместе с тем, этот вопрос частично затронут в работе (Врублевского и др., 2025), где для вихря, наблюдавшегося в Авачинском заливе летом 2024 г., были показаны оценки концентрации хлорофилла внутри, на периферии и вне вихревого проявления. Результаты этого анализа показали, что в период наблюдений концентрация хлорофилла «а» в пределах вихревой структуры была понижена, по сравнению с окружающими водами, что, вероятно, связано с заглублением изотерм и выносом питательных веществ за пределы фотического слоя под влиянием антициклонической циркуляции. Вместе с тем выявленная закономерность носит предварительный характер и требует дальнейшей верификации на более обширном массиве данных.

Более детальное изучение биопродукционных эффектов вихревой динамики требует отдельного комплексного анализа и представляет собой перспективное направление для дальнейших работ. В настоящей статье мы сознательно ограничили задачу гидрологическим аспектом, чтобы сохранить фокус на заявленной цели.

С уважением, авторский коллектив. 22.07.2026.

От редакции: ответ и доработанная версия статьи были направлены редакцией рецензенту.

Подтверждение Рецензента № 1 на публикацию:

Уважаемая редакция, я вполне удовлетворен проделанной авторами работы по доработке рукописи и рекомендую ее к публикации.

Подпись. Рецензент № 1. 26.07.2026.