

ВНУТРЕННИЕ ВОЛНЫ В ОХОТСКОМ МОРЕ: НАБЛЮДЕНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ

Куркин А.А., Куркина О.Е., Рувинская Е.А.,
Талалушкина Л.В., Гиниятуллин А.Р.

*НГТУ, г. Нижний Новгород, Россия
aakurkin@gmail.com*

Ключевые слова: солитон, уравнение Гарднера, вращение, атлас наблюдений внутренних волн, придонная скорость.

Внутренние волны являются неотъемлемой частью динамики вод Мирового океана. Такие волны наблюдаются повсеместно, даже в арктических, закритических областях. Сложно переоценить их влияние на процессы, происходящие в океане, такие как горизонтальный и вертикальный перенос импульса и энергии, турбулентное перемешивание, преобразование рельефа дна. Внутренние волны также влияют на биологическую продуктивность морей, могут быть опасными для морских гидротехнических сооружений. Охотское море является крупной морской экосистемой с богатой флорой и фауной, на его шельфе разрабатываются месторождения углеводородов, поэтому актуальность исследования поля внутренних волн в этом регионе не вызывает сомнений.

Для Охотского моря характерна сложная структура баротропного прилива, при этом основные его компоненты имеют достаточно большую амплитуду почти во всей акватории. Еще одним потенциальным механизмом генерации короткопериодных интенсивных внутренних волн является водообмен между Охотским морем и Тихим океаном через глубоководные проливы, расположенные между островами Курильской гряды, такие как Буссоль и Крузенштерна – с достаточно большими подводными порогами и банками. Для систематизации сведений о спутниковых и натурных наблюдениях внутренних волн в исследуемой акватории сделан обзор опубликованных научных статей, по результатам которого создан электронный атлас для работы с базой данных наблюдений внутренних волн в Охотском море, который доступен на сайте нашей лаборатории (<https://lmmad.nntu.ru/ru/igwatlas/>). В рамках настоящего исследования также проведен спектральный и статистический анализ поля внутренних волн по записям, предоставленным СКБ САМИ ДВО РАН в рамках сотрудничества с НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Многосуточные измерения температуры и солености проводились в южной части Охотского моря, в том числе вдоль островов Курильской гряды до пролива Фриза. Выявленные зоны генерации короткопериодных внутренних волн (в частности, солитоноподобные внутренние волны зафиксированы в проливе Фриза) также добавлены в электронный атлас. Стоит отметить, что количество наблюдений внутренних волн в Охотском море остается весьма ограниченным, а особенности структуры поля внутренних волн и эффекты их трансформации и обрушения в шельфовой зоне недостаточно изученными.

Для изучения особенностей трансформации бароклинной приливной волны на шельфе острова Сахалин (в зоне добычи углеводородов) выполнено моделирование этого процесса в рамках уравнения Гарднера (и Гарднера-Островского для качественной оценки влияния вращения) для условий Охотского моря по данным климатического атласа GDEM. Показано, что волновое поле существенно зависит от сезона (зима-лето). Амплитуда генерируемых одиночных волн варьирует от 10 до 25 метров, а иногда в пикноклине формируются кинки с высотой до 70 метров. Учет вращения приводит к отсутствию солитонов в зимний период, а для условий лета генерируются лишь единичные солитоноподобные волны.

Обсуждается структура поля придонной скорости, а также вертикальная структура течений, индуцированных внутренними волнами. Показано, что возникающие скорости способны обеспечить транспорт донных осадков. Для нескольких участков восточного шельфа о. Сахалин по результатам моделирования генерации и распространения внутренних волн в рамках полных нелинейных негидростатических уравнений невязкой несжимаемой стратифицированной среды получены оценки воздействия волнового поля на цилиндрические опоры.