

Отзыв

научного руководителя о диссертационной работе О.А. Дымовой
«Численный анализ динамики и энергетики мезомасштабных
особенностей циркуляции Черного моря», представленной на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
04.00.22 – геофизика.

Знание гидрофизической структуры циркуляции в прибрежной зоне Черного моря и умение ее прогнозировать необходимо для решения задач промышленного освоения морских ресурсов, прибрежного строительства и охраны окружающей среды. Точность воспроизведения и прогноза полей температуры, солености и течений зависит от качества применяемой численной модели и пространственного разрешения, которое используется при расчетах. Диссертация Дымовой О.А. посвящена моделированию и физическому анализу особенностей прибрежной циркуляции, рассчитанной с горизонтальным шагом менее 2 км с реальным атмосферным воздействием, что позволяет разрешать вихри и течения на масштабах нескольких километров близкие к наблюдаемым.

Анализ механизмов формирования и эволюции мезомасштабных вихрей и течений проводится на основе исследования энергетического баланса, который описывается уравнениями бюджета кинетической и потенциальной энергий. Так как численная модель строилась с учетом соблюдения ряда законов сохранения, то дискретные уравнения в точности описывают энергетику модели. Вышесказанное определяет актуальность и новизну проведенного исследования.

В начале работы представлен обзор результатов натурных, численных и лабораторных исследований мезомасштабных вихрей в реальных и идеализированных бассейнах. Рассмотрены некоторые механизмы генерации вихревых структур. На основе имеющихся литературных данных обсуждаются возможные механизмы формирования и эволюции мезомасштабной изменчивости вод Черного моря.

С использованием двумерной нелинейной модели динамики проведены численные эксперименты, на основе которых изучается влияние геометрической конфигурации бассейна и параметров потоков через незамкнутые участки границы на структуру поля скорости в идеализированном прямоугольном бассейне с двумя проливами. Показано, что в бассейне воспроизводятся мезомасштабные вихри при нелинейной постановке задачи. Наиболее интенсивные вихри возникают под воздействием осциллирующего потока в бассейне с переменным профилем дна и несимметричным расположением проливов. Вихри формируются при смене направления потока в проливах, струйные течения устанавливаются при максимальной величине модуля скорости в проливах. Анализ баланса слагаемых в уравнении абсолютного вихря скорости показал, что адвекция по параллели качественно соответствует изменению завихренности.

Второй раздел диссертации посвящен адаптации численной модели к условиям экспериментов с высоким горизонтальным разрешением. В первой серии расчетов автор показывает в сопоставлении с данными наблюдений, что увеличение точности пространственного разрешения приводит к качественному и количественному улучшению динамических характеристик циркуляции (поверхностные течения, структура холодного промежуточного слоя и сезонная изменчивость поля солёности). На основе анализа результатов специализированных экспериментов получены ряд параметров и аппроксимаций, при которых модель корректно воспроизводит поля течений, уровня, температуры и солёности. Уточнены районы моря, в которых наблюдается наиболее интенсивная мезомасштабная и субмезомасштабная изменчивость, что позволило выбрать области для проведения анализа компонентов бюджета кинетической и потенциальной энергии.

Основные научные результаты представлены в третьем разделе. О.А. Дымовой проведена модификация модели динамики МГИ для расчета составляющих баланса кинетической и потенциальной энергии с учетом водообмена через реки и проливы. Рассчитаны и проанализированы

интегральные и мгновенные динамические и энергетические характеристики циркуляции вод Черного моря в 2006 г. Рассмотрены средние за год и сезонные балансы составляющих бюджета кинетической и потенциальной энергии. Получено, что в среднем за год наиболее важными компонентами баланса энергии являются работа силы плавучести и вертикальная диффузия, возможным механизмом генерации мезо- и субмезомасштабных вихрей у побережья Крыма и Северного Кавказа является бароклинная неустойчивость. Особенностью, определяющей мезомасштабную динамику у южного и юго-восточного побережья в данном численном эксперименте, является воздействие орографии берега, которое более ярко проявляется при слабых ветрах, на основное черноморское течение.

Материалы, вошедшие в диссертацию, отражены в 25 публикациях, из них 10 статей отвечают требованиям МОН Украины к научным специализированным изданиям по физико-математическим наукам. 3 публикации включены в международную наукометрическую базу “SCOPUS”. 5 работ выполнены без соавторов.

Считаю, что работа О.А. Дымовой соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по физико-математическим наукам, и может быть принята к защите по специальности 04.00.22 – геофизика.

Научный руководитель

доктор физико-математических наук,

ведущий научный сотрудник

отдела теории волн МГИ НАН Украины

С.Г. Демышев

Подпись С.Г. Демышева заверяю.

Ученый секретарь Морского гидрофизического

института НАН Украины

кандидат географических наук



В.Н. Маслова