

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на работу Шульги Татьяны Яковлевны по докторской диссертации «Моделирование динамики вод и переноса субстанции в Азовском море», представленной к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.17 – Океанология.

На современном этапе развития России важная роль отводится формированию стратегии, направленной на снижение последствий естественных и техногенных катастроф. Она должна опираться на научно обоснованные методы прогнозирования и своевременное оповещение населения, что определяет потребность в проведении фундаментальных и прикладных научных исследований, разработку и усовершенствование методов мониторинга и предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций. Это относится и к природным катастрофическим явлениям Азово-Черноморского региона. Сгонно-нагонные процессы и ветровые течения являются одним из основных факторов, влияющих на безопасность и эффективность эксплуатации морского транспорта и прибрежной инфраструктуры. В Азовском море последние годы проводятся интенсивные проектно-изыскательские работы, направленные на освоение нефтяных и газовых ресурсов шельфа. В рамках этих работ используются плавучие и стационарные буровые платформы, строятся подводные трубопроводы, успешная и безопасная работа которых требует знаний о динамике вод, особенностях волнового режима конкретного побережья, о трансформации областей загрязнений, поступающих в морскую среду. Исследование опасных природных явлений, вызывающих многочисленные человеческие жертвы и приносящих значительный экономический ущерб, выявление механизма формирования этих явлений, разработка методов их краткосрочного и долгосрочного прогноза определяют актуальность и практическую значимость данной работы.

Шульга Т.Я. получила хорошее фундаментальное образование в Киевском государственном университете им. Т.Г. Шевченко на факультете Кибернетики. В 2009 г. она защитила кандидатскую диссертацию по физико-математическим наукам «Математическое моделирование течений и переноса примеси в мелководных морских бассейнах» по специальности «геофизика», научный руководитель член-корреспондент НАН Украины Л.В. Черкесов. Докторская диссертация соискателя является логичным продолжением кандидатской диссертации. На протяжении последних лет Шульга Т.Я. активно использует модель РОМ для решения задач, связанных с количественным описанием целого ряда ключевых гидродинамических явлений в Азовском море. Данная диссертация представляет собой пример законченного научного исследования, которое можно отнести к реализации концепции диагноза/прогноза гидродинамики вод Азовского моря.

Диссертация содержит результаты, основанные на использовании новых методов и математических моделей, дополняющих вычислительный комплекс трехмерной нелинейной сигма-координатной гидродинамической модели, позволяющие: учитывать возможные метеорологические сценарии граничных условий на свободной поверхности; использовать данные дистанционного зондирования для маркирования загрязняющих субстанций в начальных условиях интегрирования уравнений переноса-диффузии; учитывать различные условия прохождения жидкости через Керченский пролив; выполнять прогнозы рисков, обусловленных сгонно-нагонными явлениями, вызывающими затопление/осушение территорий морского побережья; сделать выводы о свободных колебаниях, приводящих к усилению эффектов, возникающих при штормовых сгонах и нагонах; выполнять оперативное усвоение данных дистанционного зондирования на регулярную сетку исследуемого бассейна.

Диссертация состоит из введения, семи разделов и заключения. Во введении приводится постановка задач, а также содержится описание актуальности, новизны и практической значимости предлагаемого направления исследования и поставленных задач. Помимо

этого, каждая из глав содержит своё собственное небольшое введение с кратким обзором литературы.

В первом разделе выполнен анализ океанографической информации Азовского моря, позволяющий получить количественные оценки о характере колебаний уровня Азовского моря, определяемых наличием стонно-нагонных и сейшевых колебаний. Дано описание уравнений трехмерной нелинейной модели и адаптации ее к региональным особенностям бассейна Азовского моря.

Во втором разделе дано математическое описание сценариев атмосферных возмущений, генерирующих движения жидкости в Азовском море. Эти сценарии использованы в качестве граничных условий при проведении численных экспериментов по исследованию течений и движений жидкости в Азовском море и эволюции загрязнений. В этом разделе даны математические модели начальных условий содержания субстанций, используемые в качестве начальных условий при решении уравнений переноса и диффузии. Дополнение модели трехмерной гидродинамической модели блоками авторских процедур, обеспечивает задание положения и концентрации области начального поступления субстанции в Азовское море.

В третьем разделе изложены результаты численного моделирования с использованием адаптированной к Азовскому морю модели РОМ, которые показали зависимость экстремальных значений отклонений уровня, скорости поверхностных и глубинных стационарных течений от направления и скорости вызывающего их постоянного ветра.

В четвёртом разделе выполнен анализ результатов моделирования свободных колебаний уровня Азовского моря, возникающих после прекращения действия устойчивого ветра, который позволил установить физические закономерности пространственного распределения колебаний уровня и течений и изменения скорости течений. Численно проверена гипотеза о роли резонансного механизма в возникновении сейш, при прохождении атмосферного фронта. Для смоделированных временных рядов отклонений уровня морской поверхности получены оценены амплитудно-фазовые характеристики свободных колебаний на частотах энергонесущих максимумов с помощью Фурье-анализа.

В пятом разделе выполнен прогноз затопления/осушения прибрежных областей, возникающего вследствие устойчивых стонно-нагонных ветров, а также в зависимости от интенсивности прогностического ветра. Результаты численного моделирования экстремальных приазовских явлений 23–24 марта 2013 г. и 24–25 сентября 2014 г. подтвердили наблюдаемые особенности этих штормов у побережья Азовского моря (максимальные значения стонов и нагонов, скорости течений, протяжённость области затопления).

В шестом разделе выполнено сравнение времени рассеяния, а также максимального объёма проникновения примеси при наличии циклона и порывах нестационарного ветра.

В седьмом разделе выполнен анализ климатических трендов термохалинной структуры Азовского моря по данным натурных наблюдений за 1913–2018 гг. Сделаны выводы о многолетних средних температуры и солёности, построены климатические тренды, выделены периоды осолонения/опреснения Азовского моря. В этом разделе описан предложенный метод исследования солёности Азовского моря с использованием данных дистанционного зондирования. При сопоставлении спутниковых снимков поверхности водоема с полевыми измерениями, установлено, что они могут давать прогнозы солёности воды с точностью 95%. Полученные значения солёности от 1 до 18‰ оказались реалистичными с учетом средних значений (10–12 ‰), полученных во время экспедиционных работ. Новый метод позволяет удешевить работы по оценке солёности прямыми способами, восполнить пробелы в гидрохимическом исследовании Азовского моря в прошлые годы, а также расширить представления о процессах циркуляции водных масс, от которого зависит развитие биологических ресурсов и прибрежной инфраструктуры Азовского моря.

Все результаты, выносимые на защиту, являются новыми и оригинальными. Основные положения диссертации опубликованы более чем в 50 работах, из них 20 статей в журналах,

включённых в список ВАК и/или входящих в мировые индексы цитирования (SCOPUS, Web of Science), 2 монографии в соавторстве, 1 коллективная монография и 1 атлас в соавторстве. Полученные результаты прошли апробацию более чем на 30 российских и международных конференциях. Диссертация соответствует всем требованиям, предоставляемым к докторским диссертациям в ВАК, а её автор, безусловно, заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.17 – Океанология.

Научный консультант:

доктор географических наук, профессор
и.о. заведующего кафедрой океанологии СПбГУ,
Захарчук Евгений Александрович

дата 01.07.2024

 /Е.А.Захарчук/

