

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Міжнародна асоціація екологів університетів

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
THE ODESSA STATE ENVIRONMENTAL UNIVERSITY
International Association of Universities' environmentalists

**СУЧАСНИЙ СТАН РЕГІОНАЛЬНИХ
ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ТА ШЛЯХИ ЇХ
ВИРІШЕННЯ**

Міжнародна наукова конференція молодих вчених
16-18 квітня 2014 р., Одеса, Україна

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОБЛЕМ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Международная научная конференция молодых ученых
16-18 апреля 2014 г., Одесса, Украина

**CURRENT STATE OF REGIONAL
ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND WAYS
FOR THEIR SOLUTIONS**

Proceedings of the International Scientific Conference for
Young Scientists
16-18 April 2014, Odessa, Ukraine

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕРМОХАЛИННОЙ СТРУКТУРЫ ВОД ТИЛИГУЛЬСКОГО ЛИМАНА

Д.В. Кушнир, Ю.С. Тучковенко, д.г.н., проф.

Одесский государственный экологический университет, Украина

Термохалинные условия лиманов северо-западного Причерноморья являются одним из главных абиотических факторов, определяющих функционирование и биоразнообразие их экосистем, и, в конечном итоге, их природно-ресурсный потенциал.

Целью данной работы является представление результатов моделирования изменчивости вертикальной термохалинной структуры вод в Тилигульском лимане при наличии водообмена с морем в теплый период года.

Для изучения особенностей пространственно-временной изменчивости температуры и солености вод использовалась термогидродинамическая модель Delft3D-FLOW [1].

Модель базируется на численном решении уравнения Навье – Стокса для несжимаемой жидкости на мелкой воде в приближении Буссинеска. Для уравнения скорости вертикального движения принимается гидростатическое приближение. Вертикальные компоненты скорости течений рассчитываются через уравнение неразрывности. Перенос веществ и тепла в 3-D системе координат моделируется с помощью уравнения адвекции-диффузии, в которое также включены члены источников и стоков для учета потоков массы и тепла.

Расчет пространственно-временной изменчивости термохалинной структуры вод Тилигульского лимана выполнялся на протяжении двух периодов: с середины апреля по конец августа 2010 года и с начала мая по конец августа 2012 года с учетом водообмена лимана с морем через соединительный канал, разницы месячных сумм атмосферных осадков и испарения, стока р. Тилигул.

Временная изменчивость направления и скорости ветра, температуры воздуха, месячных сумм атмосферных осадков, солености и температуры морской воды на открытой морской границе задавались на основании данных наблюдений, выполненных на ГМС «Порт Южный» в 2010 и в 2012 г.г.

Для верификации модели использовались данные эпизодических полевых наблюдений за гидрологическими характеристиками вод Тилигульского лимана (температура, соленость, уровень воды), водообменом через соединительный канал, выполненные в Одесском филиале Института биологии южных морей НАН Украины.

Акватория Тилигульского лимана покрывалась специально сгенерированной криволинейной расчетной сеткой, состоящей из 278×53

расчетных ячеек. В вертикальной плоскости задавались 46 расчетных уровней в прямолинейной Z-системе координат.

Вертикальное распределение температуры и солености воды в лимане в начальный момент времени задавалось на основании данных наблюдений и полагалось однородным в горизонтальной плоскости. Временной шаг решения уравнений модели на основании критерия Куранта принимался равным 30 с.

На рис. 1-2 представлена полученная в модели и по данным наблюдений изменчивость вертикального распределения температуры воды в центральной глубокой части Тилигульского лимана в летние периоды 2010 и 2012 гг.

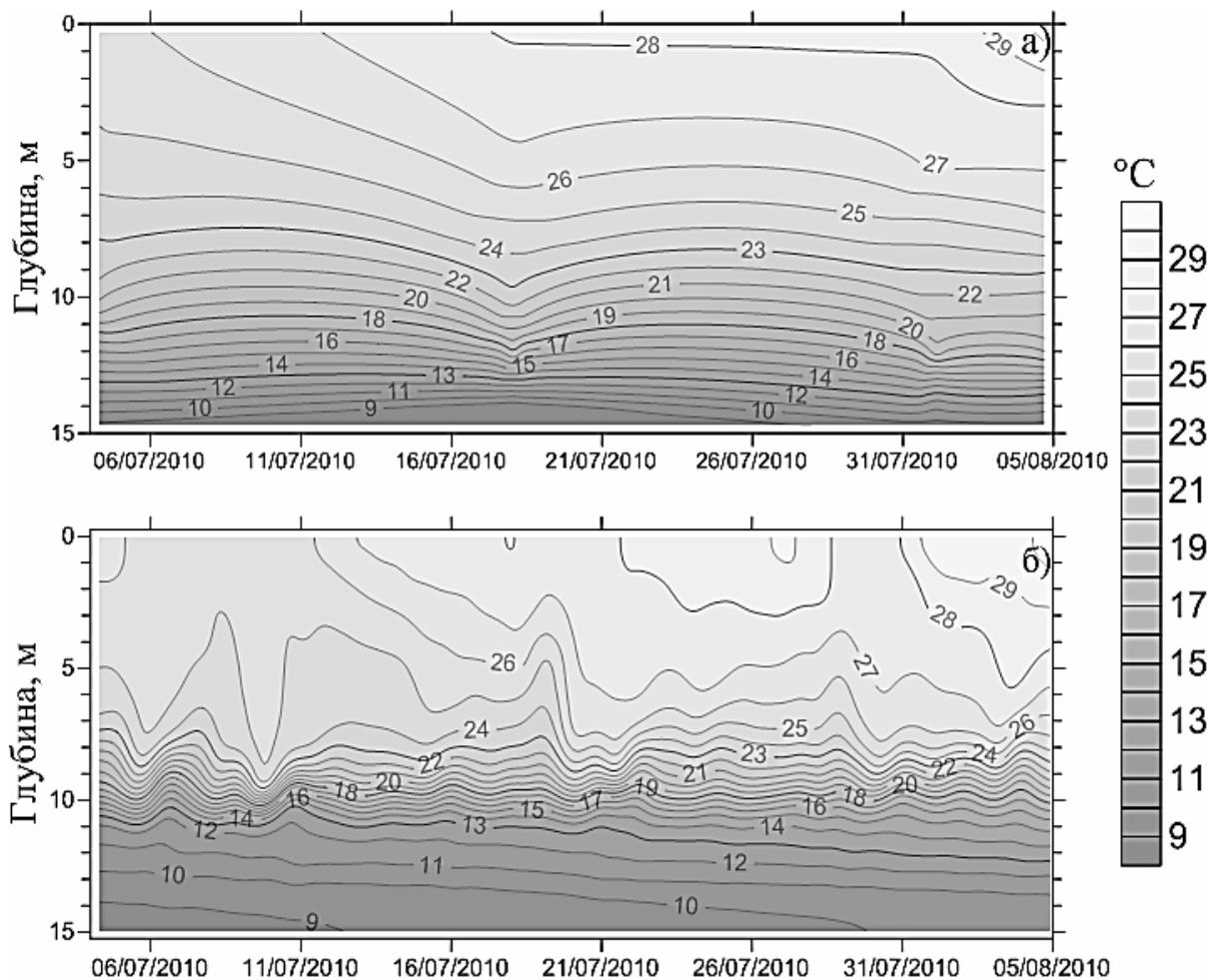


Рис.1 - Изменчивость вертикального распределения температуры воды в центральной части Тилигульского лимана (между Ранжевой и Чиловой косами) летом 2010 года, °С: а) по данным эпизодических наблюдений; б) полученная в результате моделирования.

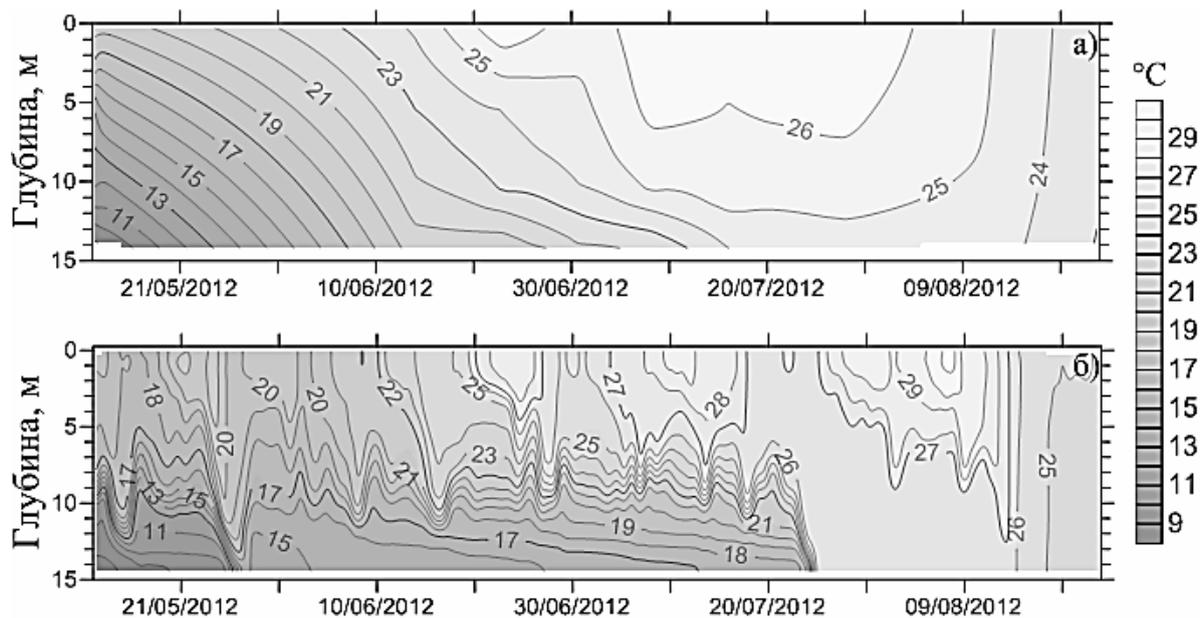


Рис. 2 - Изменчивость вертикального распределения температуры воды в центральной части Тилигульского лимана (между Ранжевой и Чиловой косами) летом 2012 года, °С: а) по данным эпизодических наблюдений; б) полученная в результате моделирования.

Как видно из рис. 1, летом 2010 г., вплоть до начала августа, на глубинах от 10 м до дна наблюдался явно выраженный термоклин с вертикальным градиентом $3^{\circ}\text{C}/\text{м}$. От поверхности до глубины 10 м температура воды плавно уменьшалась на 2 – 3 °С.

В 2012 г. как по данным наблюдений, так и по результатам моделирования, происходило разрушение сезонного термоклина, присутствие которого наблюдалось только в мае (рис. 2). В июне температура воды придонного слоя повысилась до $20,5^{\circ}\text{C}$ при температуре поверхностного слоя $24\text{--}27^{\circ}\text{C}$. Уже с начала июля вертикальную термохалинную структуру вод лимана можно охарактеризовать как квазиоднородную и неустойчивую.

Использованная в данной работе численная гидротермодинамическая модель удовлетворительно воспроизводит основные особенности формирования и разрушения сезонного термоклина, установленные в результате наблюдений за изменчивостью гидрологических характеристик вод Тилигульского лимана. Полученные в результате моделирования данные могут быть использованы при проведении детальной оценки экологического состояния лимана и изучении качества его вод.

Литература

1. Deltares, 2013. Delft3D-FLOW – Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments – User Manual, version 3.15. Deltares systems, Delft, the Netherlands. 702 pp.