

УДК 551.465.532 (262.54)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕЧЕНИЙ АЗОВСКОГО МОРЯ В 2006 г. С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ «ВЕКТОР-2»

**© 2008 г. С.В. Жукова, В.М. Шишкин, А.П. Куропаткин, Л.А. Лутынская,
И.Ф. Фоменко, Т.И. Подмарева**

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону 344002

Поступила в редакцию 07.06.2007 г.

Окончательный вариант получен 01.08.2007 г.

Рассмотрены особенности формирования режима течений Азовского моря по данным экспедиционных материалов 2006 г., полученных с помощью введенного в эксплуатацию зондирующего прибора нового поколения «Вектор-2». Проведено сравнение результатов современных наблюдений с ретроспективными данными.

Течения являются одним из наименее изученных элементов гидрологического режима Азовского моря. Это связано со сложностью и трудоемкостью производства измерений, отсутствием стационарных наблюдений, выполненных при различных ветровых ситуациях, а также недостаточной технической оснащенностью современными приборами, позволяющими упростить производство измерений направления и скоростей течения. По этой причине к настоящему времени в наибольшей степени известны лишь общие закономерности формирования режима течений Азовского моря, в том числе полученные и методами математического моделирования.

В 2006 г. Азовским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства введен в эксплуатацию прибор «Вектор-2». Автономный измеритель течений «ВЕКТОР-2» – зондирующий прибор нового поколения (внесен в Государственный реестр средств измерений). Прибор предназначен для измерения скорости и направления течений в морях и пресноводных водоемах на глубинах от 1 до 2 000 м в режиме реального времени. Принцип действия «Вектора-4» основан на векторном осреднении скорости вращения ротора Савониуса путем регистрации каждой четверти оборота ротора в виде электрического импульса. При наличии волновой составляющей скорости течения измеритель осуществляет корректное векторное осреднение, обеспеченное его конструктивными особенностями и принципом действия.

Результаты измерения течения и вспомогательных параметров, необходимых для учета поправок на функцию влияния, записываются во внутреннюю полупроводниковую память в условных двоичных кодах (Руководство..., 2001). Данные измерений считываются через соединительный кабель в персональный компьютер (рис. 1).

Как известно, формирование течений в Азовском море, в основном, обусловлено действующими над его акваторией ветрами и стоком рек Дон и Кубань. Ветры вызывают дрейфовые течения и создают перепады уровней в различных районах моря, вследствие чего возникают компенсационные течения. Характерной особенностью режима течений Азовского моря, обусловленной его мелководностью, морфометрическими характеристиками и неустойчивым ветровым режимом, является большая изменчивость течений. При возникновении ветра почти сразу же создаются ветровые, а несколько позже и компенсационные течения. Скорость и направление ветра определяют скорость и направление течения. При прекращении ветра течения быстро затухают.

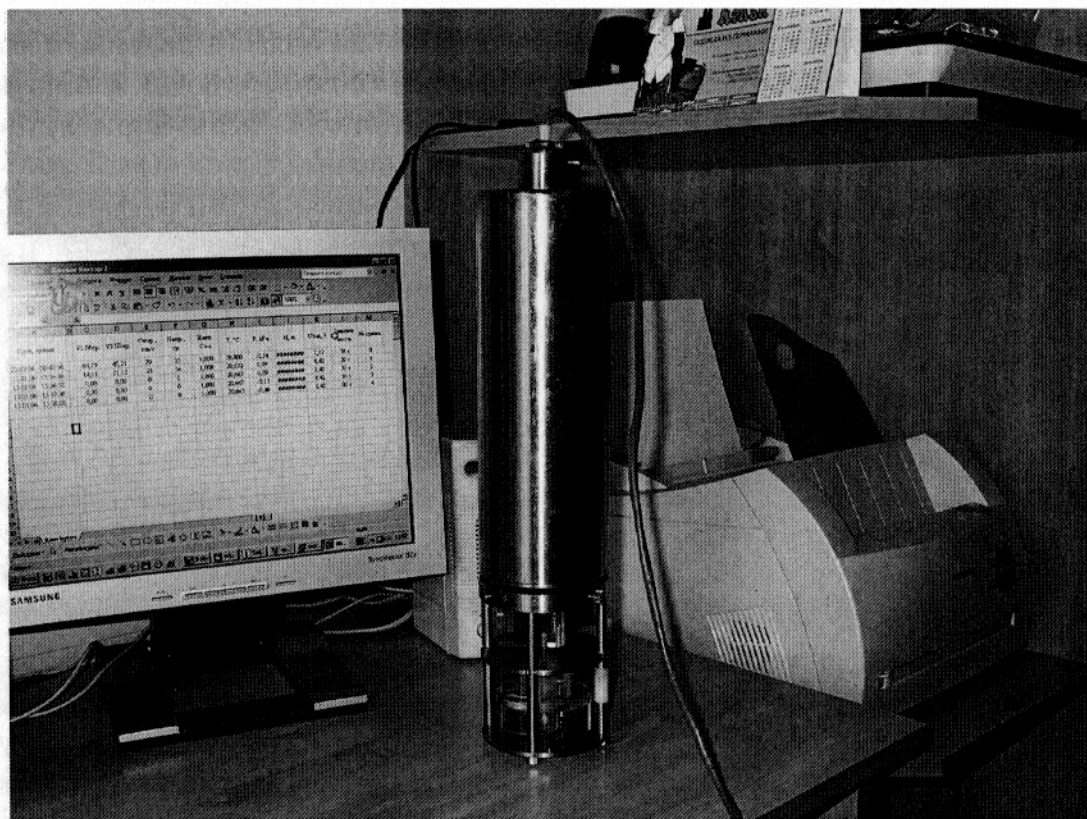


Рис. 1. Измеритель направления и скорости течения «Вектор-2».

Fig. 1. Current velocity meter «Vektor».

Схема общего результирующего переноса воды, слагающегося из отдельных разнонаправленных перемещений, зависящих от направления ветра, предложена Н.М. Книповичем. Согласно этой схеме, опресненные воды из Таганрогского залива распространяются вдоль северного побережья моря на запад, затем на юг и вдоль южного побережья на восток. У восточного побережья с юга на север распространяется опресненная вода. Таким образом, центральные районы моря оказываются окруженными зоной опресненной воды.

Из немногочисленных литературных данных, касающихся режима течений, следует отметить работы 70-80-х годов сотрудников ГОИН, исследовавшего циркуляции вод в Керченском проливе и Таганрогском заливе. В его исследованиях, основанных как на результатах наблюдений, так и на эмпирико-гидродинамических методах расчета, главное внимание уделялось исключительно сложной проблеме водообмена между Азовским и Черным морями.

К наиболее общим закономерностям формирования течений при продолжительных штормовых ветрах, приведенных в «Справочнике по гидрометеорологическому режиму Азовского моря» (Справочник..., 1962) относятся следующие:

- для ветра со скоростью 5-10 м/с наиболее вероятны скорости течения 10-20 см/с;
- для ветра со скоростью 10-15 м/с характерны течения со скоростью 20-30 см/с;
- для ветра со скоростью 15-20 м/с вероятны течения со скоростью до 40 см/с.

- максимальные скорости течений не превышают 60-80 см/с. Исключением являются предустьевые районы, где скорости течений достигают 100 см/с и более. В этих районах значительную роль играют стоковые течения. Скорости стоковых течений в устьевых районах Дона и Кубани при выходе из гирл достигает 150-200 см/с.

Изучение направлений и скоростей течений Азовского моря в 2006 г. проведено в комплексных океанографических экспедициях АзНИИРХ в апреле и августе. В период проведения обеих экспедиций имело место существенное развитие ветровой деятельности. Скорость ветров переменных направлений изменялась от 1 до 10 м/с. Измерения направлений и скоростей течений с помощью прибора «Вектор-2» произведены на вертикалях 34-х станций, равномерно расположенных по акватории моря. Изучение скоростей течения производилось на трех горизонтах: поверхность, 5 м и придонный слой. Заданная частота импульса прибора составляла 30 сек., а продолжительность измерения в каждой точке – 5 мин. По осредненным данным измерений построены эпюры скоростей. В качестве примера на рисунке 2 представлены эпюры скоростей на станциях Азовского моря в апреле и августе. В каждой точке измерения проставлена скорость и вектором указано направление.

Анализ вертикального распределения скоростей и направлений течений выявил, что в большинстве случаев максимальные скорости течений наблюдались в поверхностном горизонте. Однако примерно в 30% случаев зафиксирован рост скорости течения с глубиной. Это свидетельствует о том, что наряду с ветровыми течениями в поверхностном слое, отмечались противоположно направленные компенсационные течения на 5-метровом и придонном горизонтах.

По данным наших наблюдений, результирующее направление переноса воды в поверхностных слоях, в целом, совпадало с генеральной схемой течений по Н.М. Книповичу, хотя на отдельных станциях, и в апреле (рис. 3), и в августе (рис. 4), отмечено отклонение направлений поверхностных течений, обусловленное особенностями ветрового режима.

Изменение скорости течения по вертикалям на стандартных станциях за период обследования происходило в диапазоне 1-60 см/с. Пространственное распределение скоростей течений по горизонтам в апреле и августе представлено на рисунках 5, 6, из которых видно, что в апреле в поверхностном горизонте (рис. 5) скорости течения изменялись в диапазоне от 1 до 22 см/с. В западной части и на севере собственно моря, а также в устьевой области р. Кубань, были зафиксированы скорости течения 6 -11 см/с. Максимальные скорости течения (21 см/с) зафиксированы в наиболее узкой части Азовского моря – на западе Таганрогского залива. В центральной части моря скорость течения составляла 1-6 см/с. В 5-ти метровом горизонте размах колебания скоростных характеристик был несколько выше: от 1 до 24 см/с. В южной, восточной и центральной частях собственно моря отмечались невысокие скорости течения (до 3 см/с). Изотаха со значением 3,0 см/с пересекала практически все море (включая Таганрогский залив) с запада на восток. Изолинии скоростей течения, равных 6,0 см/с, проходили преимущественно вдоль северной прибрежной полосы собственно моря. Наибольшие скорости течения (до 23 см/с) были отмечены в точках, расположенных вблизи к Таганрогской узости Азовского моря. В придонном горизонте пространственное распределение скоростей отличалось от наблюдений в поверхностном и 5-метровом горизонтах. Скорости течения у дна были значительно ниже: диапазон изменения скоростей составлял: 1-14 см/с. Скорости течения на севере собственно моря и в

Таганрогском заливе, за исключением некоторых районов, составляли 2 см/с. Водные потоки с максимальной скоростью течения от 6 до 14 см/с наблюдались в западной части моря. Линзы со скоростями 8 см/с были отмечены на северо-востоке собственно моря, в центре и на востоке Таганрогского залива.

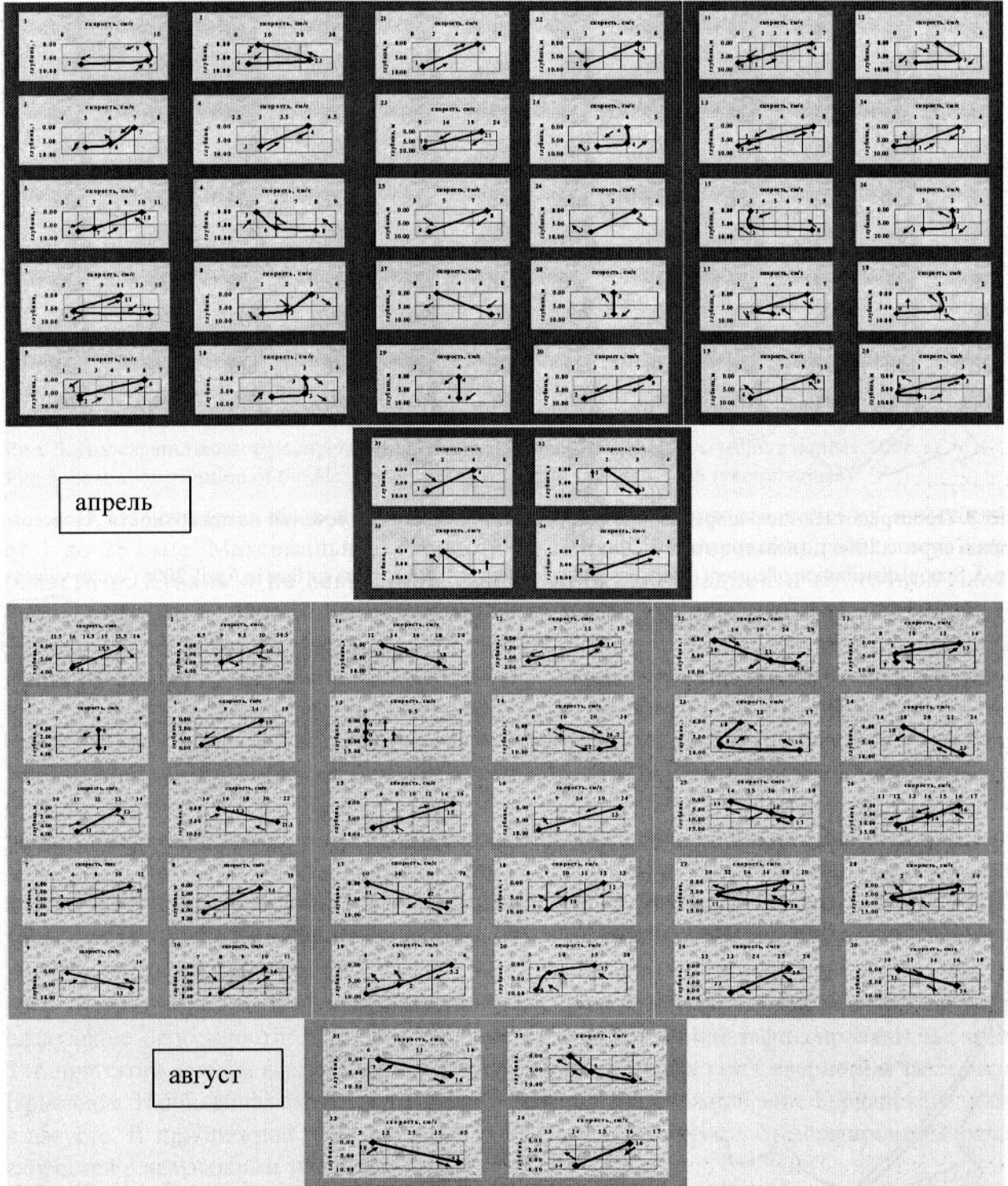


Рис. 2. Эпюры скоростей на вертикалях, по данным съемки Азовского моря в апреле и августе 2006 г.
 Fig. 2. Vertical distribution of current velocity in the Azov Sea in July and August, 2006.

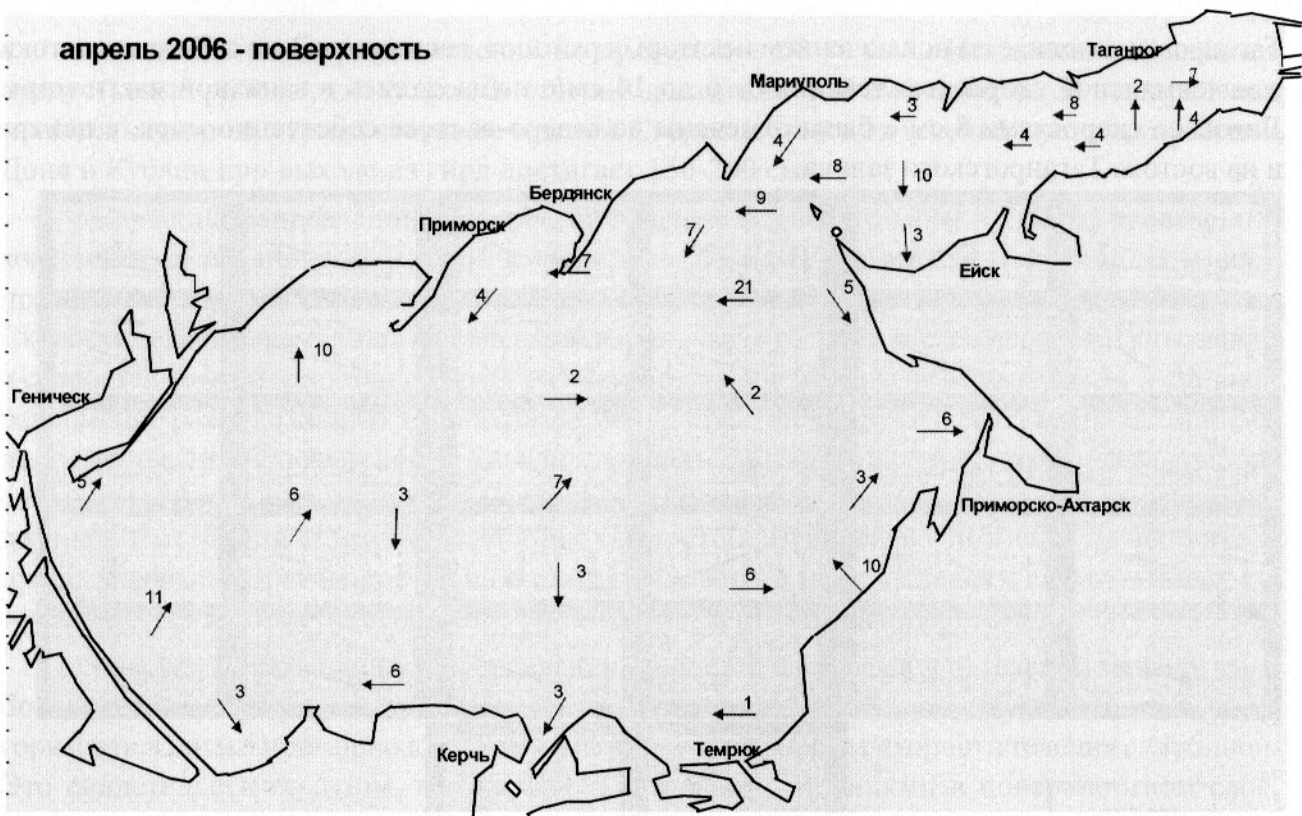


Рис. 3. Пространственное распределение направлений и скоростей течений на поверхности Азовского моря в апреле 2006 г. (векторные значения).

Fig. 3. Spatial distribution of current directions and velocities on the Azov Sea surface in April, 2006 (vector values).

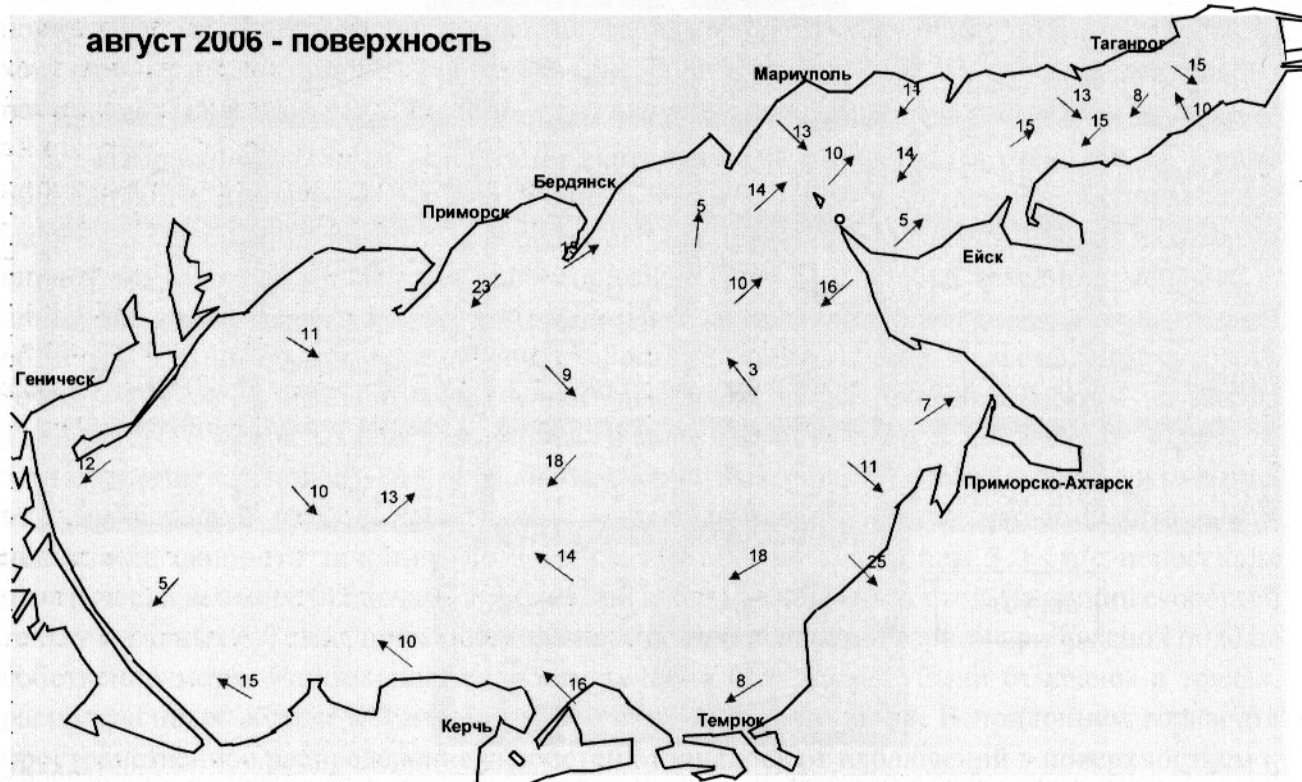


Рис. 4. Пространственное распределение направлений и скоростей течений на поверхности Азовского моря в августе 2006 г. (векторные значения).

Fig. 4. Spatial distribution of current directions and velocities on the Azov Sea surface in August, 2006 (vector values).

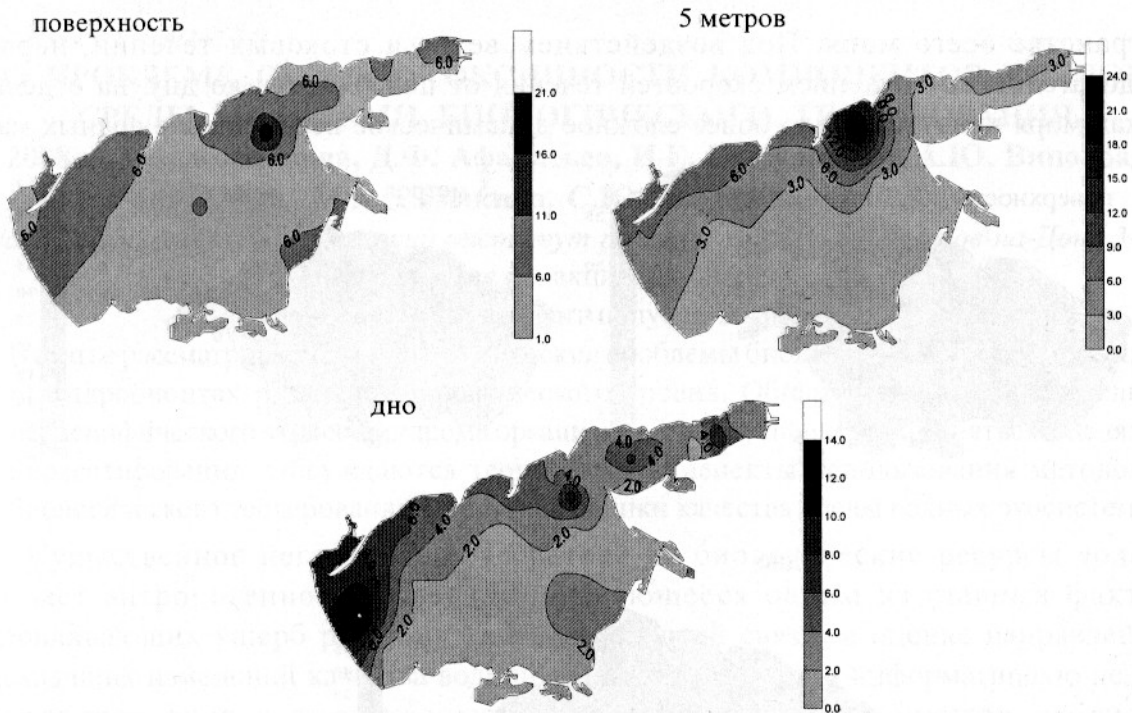


Рис. 5. Пространственное распределение скорости течения Азовского моря в апреле 2006 г.
Fig. 5. Spatial distribution of the Azov Sea current velocities in April, 2006 (vector values).

В августе (рис. 6) в поверхностном горизонте скорости течения изменялись от 1 до 25 см/с. Максимальные скорости течения (25 см/с) наблюдались в устьевой области р. Кубань и на севере собственно моря. В западной и восточной частях собственно моря скорости составили 5-10 см/с, а в центральной части моря и Таганрогском заливе возрастали до 15 см/с. В 5-ти метровом горизонте максимальная скорость течения достигала 47 см/с и была зафиксирована в Обиточном заливе. В центральной и западной частях собственно моря, скорости течений возрастали с юга на север от 1 до 45 см/с. В Таганрогском заливе скоростные характеристики не превышали 10 см/с. Придонный горизонт отличался наибольшим диапазоном изменения скоростей: от 1 до 60 см/с. Максимальные скорости течения, как и в 5-ти метровом срезе водной толщи, зафиксированы в Обиточном заливе. На северо-востоке собственно моря обнаруживался «очаг» повышенных скоростей течения (от 20 до 40 см/с). В направлении с севера на юг отмечалось снижение скоростей от 50 до 10-15 см/с. Самые низкие скорости перемещения водных масс (10-15 см/с) имели место в прибрежных районах на юге, востоке и западе.

Таким образом, в пространственном распределении скоростей течения выявлены следующие особенности: наиболее высокие скорости течений зафиксированы на западе Таганрогского залива, в устьевых областях р. Кубани, малых рек Северного и Восточного Приазовья. Наибольшая скорость течения отмечена в прибрежной зоне Бердянского залива в августе. В прибрежной зоне западной части моря, как правило, формировался режим скоростей с невысокими значениями.

В результате исследований установлено, что циркуляционное перемещение водных масс Азовского моря имело сложную структуру. Значительной изменчивостью в 2006 г. характеризовалось распределение скоростей течения не только по вертикали, но и в

пространстве всего моря. Под воздействием ветра и стоковых течений, наряду с последовательным снижением скоростей течения от поверхности ко дну, на отдельных участках моря присутствовало более сложное динамическое перемещение водных масс.

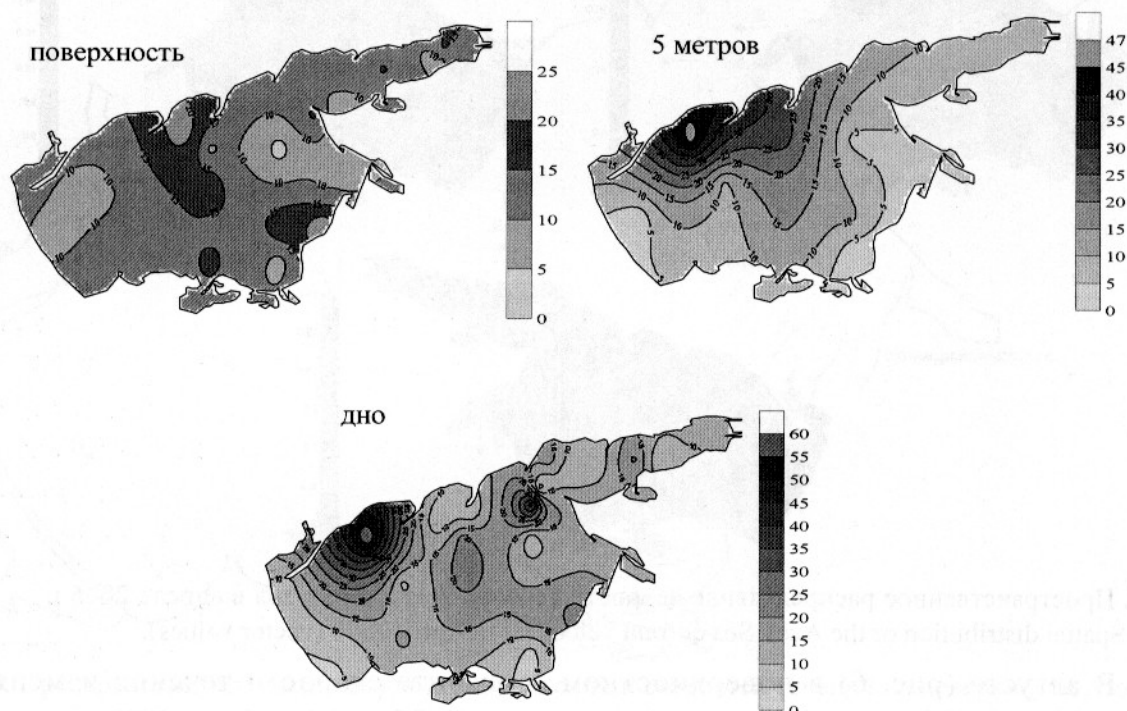


Рис. 6. Пространственное распределение скорости течения Азовского моря в августе 2006 г.
Fig. 6. Spatial distribution of the Azov Sea current velocities in August, 2006 (vector values).

Полученные новые данные по режиму течений Азовского моря являются пока результатом первого опыта использования в Азово-Черноморском бассейне прибора нового поколения «Вектор-2». Тем не менее, они позволяют пополнить базу данных по мониторингу гидрологических параметров, расширить круг представлений о динамических процессах, происходящих в трехмерном пространстве водной толщи, установить причинно-следственные связи в распределении океанографических характеристик, измеряемых в комплексе с течениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гидрометеорологический справочник Азовского моря. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 856 с.
 Измеритель скорости и направления течений «Вектор-2». Руководство по эксплуатации Э199-200-000РУ, 2001. 27 с.

RESULTS OF THE STUDIES OF THE AZOV SEA CURRENT REGIME IN 2006 BY THE METER «VEKTOR-2» OF A NEW GENERATION

© 2008 y. S.V. Zhukova, V.M. Shishkin, A.P. Kuropatkin, L.A. Lutynskaya, I.F. Fomenko, T.I. Podmareva

Research Institute of the Azov Sea Fishery Problems, Rostov-on-Don

Specificities of the formation of the Azov Sea current regime have been considered based on the data collected during surveys of the 2006 with the help of a current velocity meter «Vektor» of a new generation. Results obtained during this study have been compared with retrospective data.